



**Universitatea “Dunărea de Jos”**

# BAZELE PROCESELOR DE PRELUCRARE PRIN ASCHIERE

Virgil TEODOR

**Galați - 2008**



## **Departamentul pentru Învățământ la Distanță și cu Frecvență Redusă**

Facultatea de Mecanica  
Specializarea Inginerie Economica si Industriala  
Anul de studii / Forma de învățământ III/IFR

## CUPRINS

CUPRINS .....	1
1. TERMINOLOGIE.....	3
2. COMPRIMAREA PLASTICĂ A AȘCHIEI.....	7
3. ZONA DE DEFORMARE PLASTICĂ LA AȘCHIERE .....	10
4. FORȚA DE AȘCHIERE LA STRUNJIRE .....	12
5. FORȚA AXIALĂ ȘI MOMENTUL DE TORSIUNE LA BURGHIERE.....	16
6. UZURA SCULELOR AȘCHietoARE .....	18
7. RUGOZITATEA SUPRAFEȚELOR PRELUCRATE PRIN STRUNJIRE.....	22
8. TEMPERATURA MEDIE A TĂIȘULUI SCULEI .....	25
9. DURABILITATEA SCULELOR AȘCHietoARE DEPENDENȚA DURABILITATE - VITEZA DE AȘCHIERE .....	29
10. LICHIDE DE RĂCIRE – UNGERE -CAPACITATEA DE RĂCIRE-.....	32
11. LICHIDE DE RĂCIRE – UNGERE -CAPACITATEA DE UNGERE-.....	36
12. RABOTAREA .....	39
13. MORTEZAREA.....	42
14. STRUNJIREA.....	45
15. FREZAREA .....	52
16. PRELUCRAREA ALEZAJELOR .....	56
17. RECTIFICAREA .....	62
18. HONUIREA.....	67
19. LEPUIREA .....	73
BIBLIOGRAFIE.....	80
CHESTIONAR DE AUTOVERIFICARE.....	83
RĂSPUNSURI.....	87

# Partea I. FIZICA AȘCHIERII (Elemente teoretice și experimentale)

## 1. TERMINOLOGIE

### Noțiuni generale

Sunt definite elementele componente ale sculelor așchietoare (STAS 6599/1-88).

**Corpul** reprezintă partea sculei pe care se execută tășurile sau se assemblează plăcuțe așchietoare.

**Coada** este partea sculei prin care aceasta se poziționează și se fixează în vederea utilizării ei.

**Alezajul** reprezintă partea prin care scula este poziționată și fixată pe un arbore sau dorn portsculă.

**Axa sculei** este reprezentată de dreapta imaginată situată în mod convențional în raport cu suprafața de sprijin și care servește la execuția, ascuțirea și fixarea sculei. În general, axa sculei este linia centrală a cozii sau alezajului și coincide cu axa de simetrie a elementelor componente ale danturii sculelor.

**Partea așchietoare** este partea activă a sculei care formează așchia, în urma mișcării relative între sculă și piesa prelucrată, participând în mod direct la generarea suprafeței prelucrate prin desprinderea, îndepărtarea, dirijarea și evacuarea așchiilor.

**Suprafața de sprijin** reprezintă suprafața plană, cilindrică sau conică a cozii sculei, paralelă sau perpendiculară pe planul de referință constructiv, folosită la orientarea și fixarea sculei în vederea execuției, măsurării și lucrului efectiv.

**Tășul** este porțiunea din partea așchietoare situată între fața de așezare și fața de degajare, de obicei asociat cu muchia de așchiere principală sau secundară care împreună cu suprafețele limită adiacente formează tășul propriu-zis.

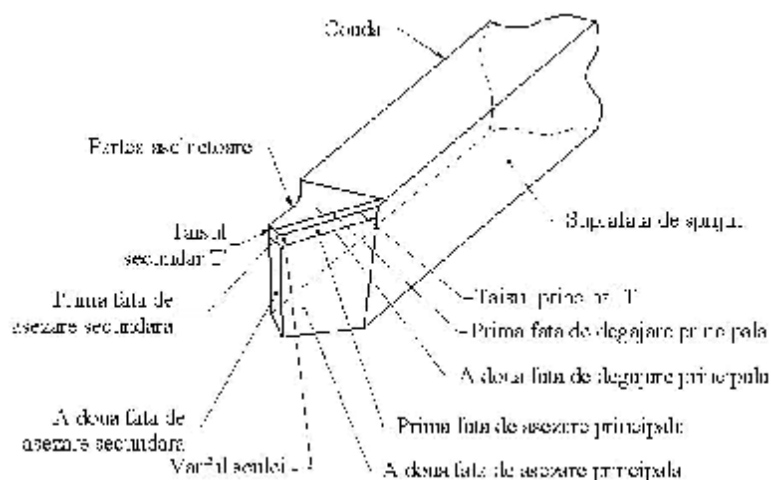
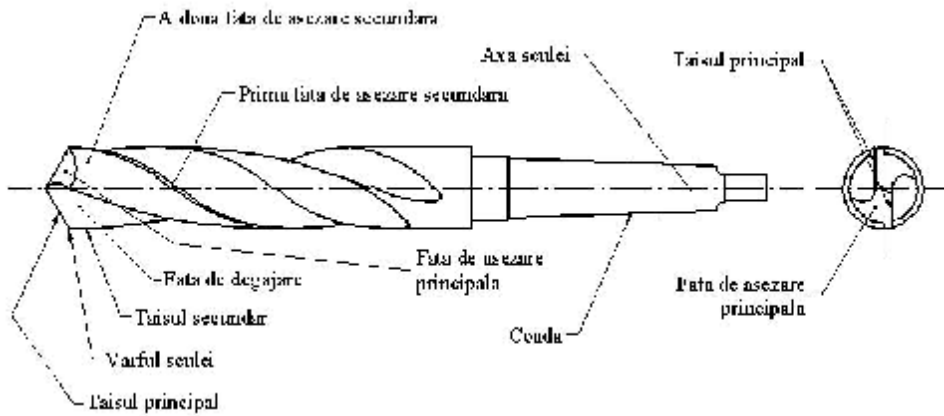
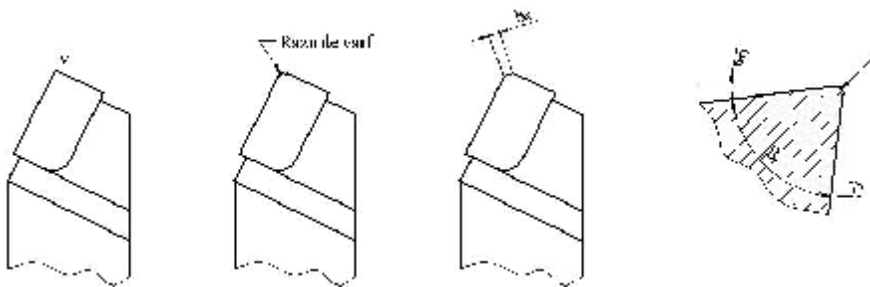


Fig. 1. 1. Tășuri și suprafețe ale părții așchietoare la un cuțit de strung



**Fig. 1. 2. Tăișuri și suprafețe de așezare la un burghiu elicoidal**



**Fig. 1. 3. Forma vârfului sculei**

**Muchia de așchiere** reprezintă intersecția feței de degajare cu una din fețele de așezare.

Muchiile de așchiere pot fi: **muchi de așchiere principale**, obținute la intersecția feței de așezare principale cu fața de degajare; **muchi de așchiere secundare**, obținute la intersecția feței de așezare secundare cu fața de degajare.

### Sistemul de referință constructiv

Sistemul de referință constructiv este necesar pentru prezentarea elementelor specifice geometriei sculelor, pentru așezarea lor în vederea execuției, ascuțirii și măsurării (vezi fig. 1.4).

Planele folosite în sistemul de referință constructiv sunt numite plane constructive ale sculei, denumirea lor conținând pentru fiecare cuvântul „constructiv”.

**Planul de bază constructiv**  $P_r$  este planul care trece printr-un punct considerat de pe muchia de așchiere, paralel sau perpendicular pe un plan, axă sau muchie a sculei ce se păstrează la poziționarea sau orientarea sculei, în vederea execuției, ascuțirii sau măsurării ei. Acest plan este în general orientat perpendicular pe direcția mișcării principale sau de așchiere.

**Planul de lucru**  $P_f$  este planul care trece prin punctul considerat pe muchia de așchiere, perpendicular pe planul de bază  $P_r$  și perpendicular sau paralel cu un plan, axă sau muchie a sculei ce se păstrează la poziționarea sau orientarea sculei, în vederea execuției, ascuțirii sau măsurării ei.

**Planul posterior constructiv**  $P_p$  este planul perpendicular pe planul de lucru  $P_f$  și pe planul de bază  $P_r$  în punctul considerat de pe muchia de așchiere.

### Unghiurile constructive ale sculei (fig. 1.5)

**Unghiuri pentru determinarea poziției muchiei de așchiere a tăișului**

**Unghiul de atac  $k_r$  al tăişului** este unghiul dintre planul muchiei de aşchiere  $P_T$  şi planul de lucru  $P_f$ , măsurat în planul de bază  $P_r$ .

**Unghiul complementar de atac al tăişului  $\gamma_r$**  este unghiul dintre planul muchiei de aşchiere  $P_T$  şi planul posterior  $P_p$ , măsurat în planul de bază.

**Unghiul de înclinare al tăişului  $l_T$**  este unghiul dintre muchia tăişului şi planul de bază al sculei  $P_r$ , măsurat în planul muchiei de aşchiere,  $P_T$ .

**Unghiul de vârf al tăişului  $e_r$**  este unghiul dintre planul muchiei de aşchiere şi planul muchiei tăişului,  $P_T$  şi planul muchiei tăişului secundar  $P_{T'}$ , măsurat în planul de bază,  $P_r$ :

$$k_r + e_r + k_r' = 180^\circ. \quad (1)$$

#### Unghiuri pentru determinarea poziţiei feţei de degajare

**Unghiul de degajare normal  $g_n$**  este unghiul dintre faţa de degajare  $A_\gamma$  şi planul de bază  $P_r$  al sculei, măsurat în planul normal al muchiei de aşchiere  $P_n$ .

**Unghiul de degajare ortogonal  $g_0$**  este unghiul dintre faţa de degajare  $A_\gamma$  şi planul de bază al sculei,  $P_r$ , măsurat în planul ortogonal al feţei de degajare  $P_g$ .

#### Unghiuri pentru determinarea poziţiei tăişului

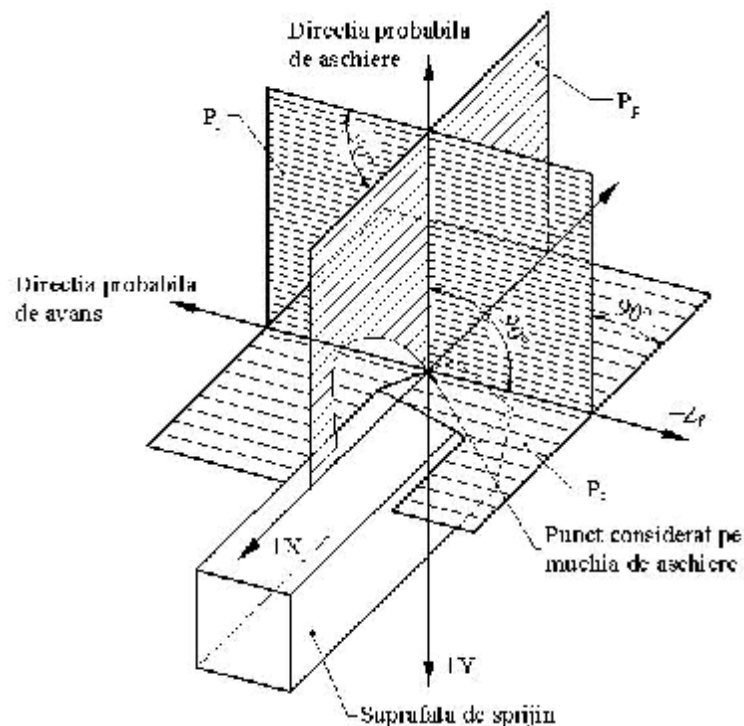
**Unghiul de ascuţire normal  $b_n$**  este unghiul dintre faţa de degajare  $A_\gamma$  şi faţa de aşezare  $A_\alpha$ , măsurat în planul normal al muchiei tăişului  $P_n$ .

**Unghiul de ascuţire ortogonal  $b_0$**  este unghiul dintre faţa de degajare  $A_\gamma$  şi faţa de aşezare  $A_\alpha$ , măsurat în planul de măsurare al sculei  $P_0$ .

#### Unghiuri pentru determinarea poziţiei feţei de aşezare

**Unghiul de aşezare normal  $a_n$**  este unghiul între faţa de aşezare  $A_\alpha$  şi planul muchiei de aşchiere  $P_T$ , măsurat în planul normal al muchiei tăişului,  $P_n$ .

**Unghiul de aşezare ortogonal  $a_0$**  este unghiul dintre faţa de aşezare  $A_\alpha$  şi planul muchiei de aşchiere  $P_T$ , măsurat în planul de măsurare al sculei,  $P_0$ .



**Fig. 1. 4. Planele sistemului de referinţă constructiv**

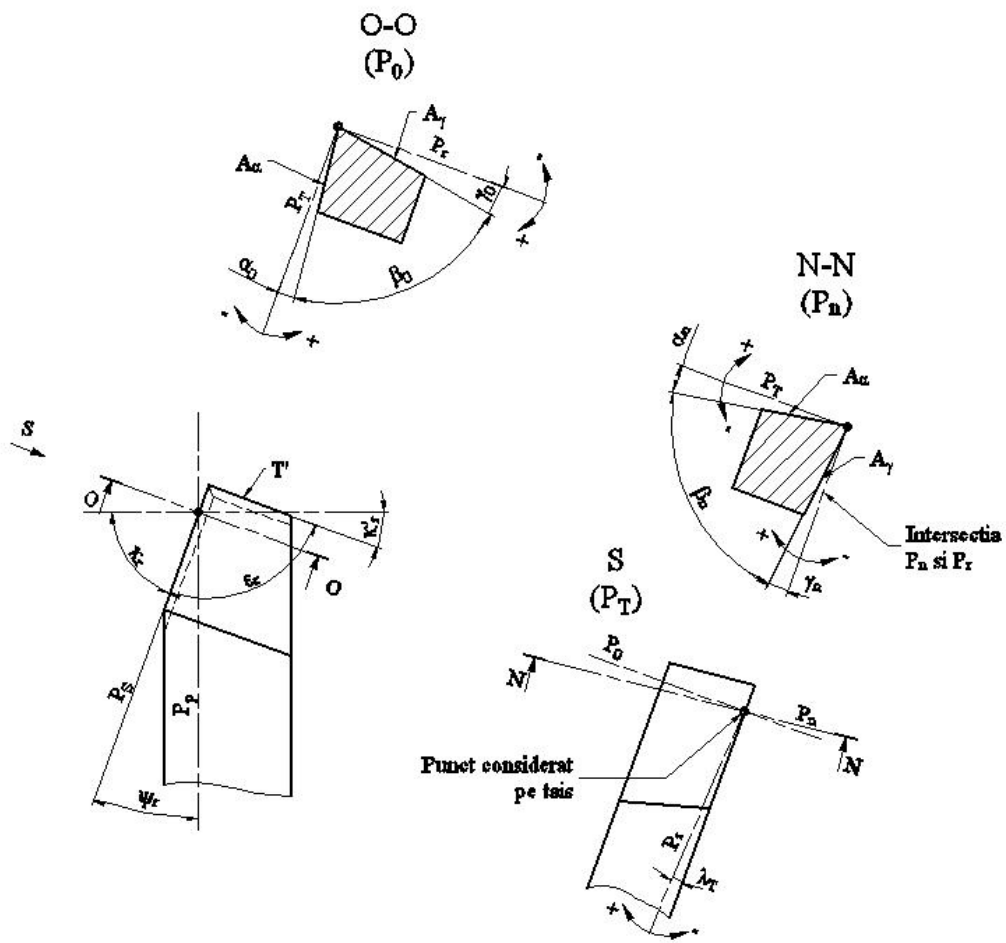
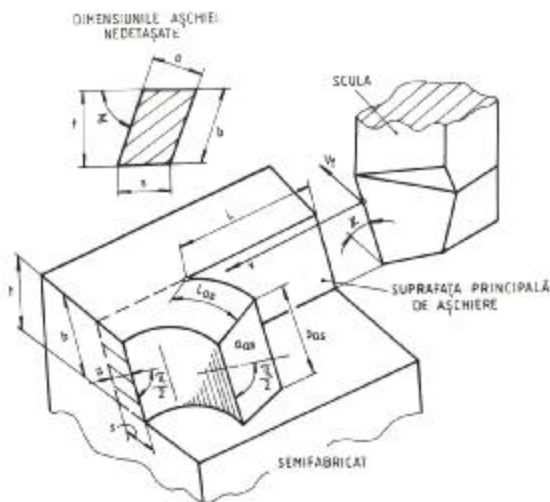


Fig. 1.5. Unghiurile constructive

## 2. COMPRIMAREA PLASTICĂ A AȘCHIEI

### 2.1. Fenomenul de comprimare plastică a așchiei. Coeficientul de comprimare plastică a așchiei

Ca urmare a deformațiilor plastice survenite la transformarea stratului de așchiat în așchie, dimensiunile așchiei (vezi 2.1): lungimea -  $L_{aș}$ ; lățimea -  $b_{aș}$  și grosimea -  $a_{aș}$  diferă ca mărime de dimensiunile corespunzătoare ale stratului de așchiere din care s-a format așchia.



Dimensiunile stratului de așchiere se definesc astfel:

$L$  - este lungimea parcursă de tăișul sculei, în direcția mișcării principale de așchiere, în contact cu materialul prelucrat;

$b$  - lățimea stratului de așchiere, dimensiune considerată pe suprafața de așchiere principală și măsurată perpendicular pe direcția mișcării principale;

$a$  - grosimea stratului de așchiere, dimensiune considerată în planul perpendicular pe direcția mișcării principale și măsurată perpendicular pe suprafața de așchiere principală.

Fig. 2.1. Constrația așchiei

În condiții normale de lucru, la prelucrarea materialelor plastice, așchia se scurtează ( $L_{aș} < L$ ), se îngroașă ( $a_{aș} > a$ ) și se lățește ( $b_{aș} < b$ ).

Se definesc mărimile:

$$k_1 = \frac{L}{L_{aș}}, \text{ coeficientul de contracție longitudinală;}$$

$$k_a = \frac{a_{aș}}{a}, \text{ coeficientul de îngroșare a așchiei;}$$

$$k_b = \frac{b_{aș}}{b}, \text{ coeficientul de lățire a așchiei.}$$

Pentru condiții uzuale de lucru (unghiul de înclinare al tăișului principal,  $\lambda < 30^\circ$ ), se poate considera că,  $k_b = 1$ . Ca urmare, ținând seama de faptul că deformarea materialului în procesul de așchiere are loc fără schimbare de volum, se poate scrie egalitatea  $L \cdot a \cdot b = L_{aș} \cdot b_{aș} \cdot a_{aș}$ .

Se definește,

$$\frac{a_{aș}}{a} = \frac{L}{L_{aș}} = k - \text{coeficientul de comprimare plastică. Acest mod de definire a}$$

coeficientului de comprimare plastică a așchiei este valabil numai dacă așchia rezultată este continuă.

Pentru condițiile uzuale de lucru, la prelucrarea oțelurilor, coeficientul de comprimare plastică variază între  $k=1,5\dots 6$ .

## 2.2. Coeficientul de comprimare plastică, indicator al gradului de deformare la așchiere

Coeficientul de comprimare plastică a așchii poate caracteriza din punct de vedere calitativ gradul de deformare a stratului de material așchiat. Într-adevăr, creșterea coeficientului de comprimare plastică indică o creștere a gradului de deformare a materialului așchiat. Informații, mult mai apropiate de situația reală a deformării stratului de material la transformarea sa în așchie, se pot obține analizând dependența dintre deformația specifică și coeficientul de comprimare plastică, figura 2.2, în cazul așchierii ortogonale.

Din triunghiul ADE, se poate determina expresia coeficientului de comprimare plastică, în funcție de unghiul de forfecare,  $\phi$ , și unghiul de degajare al sculei,  $\gamma$ ,

$$k = \frac{L}{L_1} = \frac{\cos(f-g)}{\sin f} \quad (2)$$

De asemenea, se poate determina legătura dintre coeficientul de comprimare plastică a așchii,  $k$ , și mărimea

deformației specifice,  $\epsilon = \frac{\Delta s}{\Delta x}$ , unde:

$\Delta s$  este mărimea alunecării specifice a elementului de așchie;

$\Delta x$  este grosimea elementului de așchie.

Într-adevăr, în triunghiul ADE se definește:

$$\Delta s = EF + FD = \Delta x \cdot \operatorname{ctg} f + \Delta x \cdot \operatorname{tg}(f-g)$$

Deci, deformația specifică, ținând seama de (2), poate fi exprimată prin

$$e = \frac{k^2 - 2k \sin g + 1}{k \cos g} \quad (3)$$

Din ecuația (3), se observă că, gradul de deformare a materialului crește odată cu coeficientul de comprimare plastică, dar că acesta, așa cum am mai arătat, nu poate fi utilizat ca indicator cantitativ al gradului de deformare al stratului așchiat (pentru  $k=1$ , deformația are o valoare diferită de zero, vezi (3)).

Din (3), se poate determina mărimea coeficientului de comprimare plastică pentru care deformația specifică este minimă,

$$\frac{de}{dk} = \frac{1}{\cos g} - \frac{1}{k^2 \cos g} = 0, \quad (4)$$

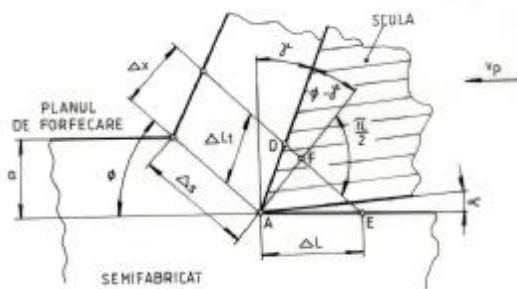


Fig. 2.2. Dependența coeficient de contracție - unghi de forfecare

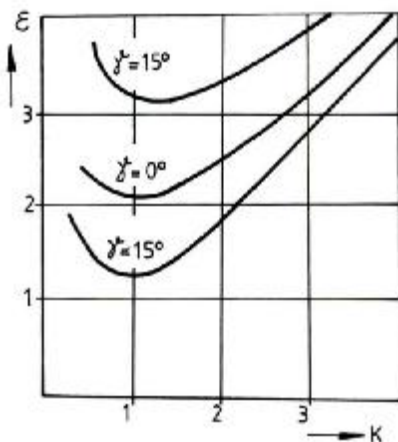
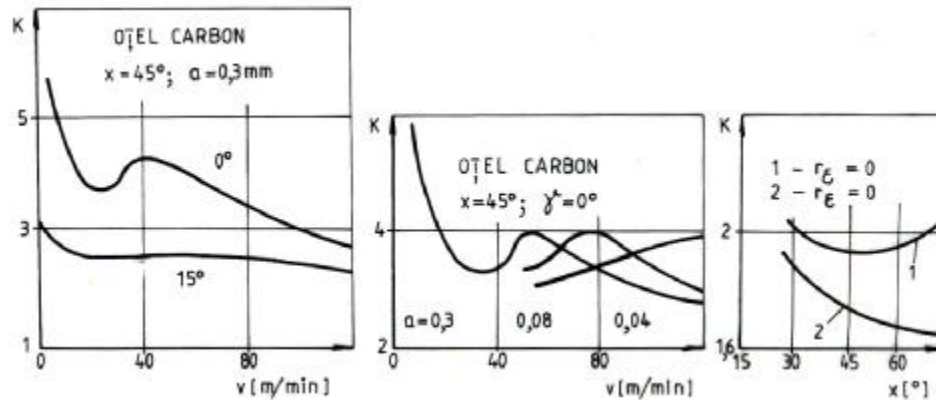


Fig. 2.3. Deformație specifică de contracție

de unde,  $k=1$ .

Concluzionăm că, în lipsa comprimării plastice a așchii ( $k=1$ ) deformația specifică va fi minimă.

În figura 2.3, se prezintă dependența dintre deformația specifică și coeficientul de contracție al așchii, pentru diferite mărimi ale unghiului de degajare al sculei.



**Fig. 2.4. Influența factorilor**

Analiza modului de variație a mărimii coeficientului de comprimare plastică a așchii în funcție de parametrii regimului de așchiere ( $v$ ,  $s$ ,  $t$ ), geometria sculei așchietoare ( $\gamma$ ,  $\chi$ ) și calitatea materialului prelucrat permite determinarea gradului de influență a acestor factori asupra deformării stratului de așchiere la transformarea acestuia în așchie, figura 2.3.

Lichidele active de răcire-ungere, conduc la micșorarea coeficientului de comprimare a așchii, mai ales în domeniul vitezelor de așchiere și al grosimilor mici de așchie.

## 3. ZONA DE DEFORMARE PLASTICĂ LA AȘCHIERE

### 3.1. Tipuri de așchiere

Clasificarea diferitelor tipuri de așchiere se poate face având în vedere următoarele considerente principale:

- a) numărul de tășuri active, definindu-se astfel
  - o așchiere liberă, o singură muchie de așchiere rectilinie în lucru, în vederea detașării așchiei;
  - o așchiere complexă dacă la așchiera cu aceeași sculă participă simultan două sau mai multe tășuri, figura 3.1;
- b) după orientarea tășului în raport cu vectorul vitezei de așchiere,
  - o așchiere ortogonală (muchia de așchiere a tășului principal este perpendiculară pe direcția vitezei mișcării de așchiere);
  - o așchiere înclinată – orientarea muchiei de așchiere este diferită de normala la direcția vitezei de așchiere.

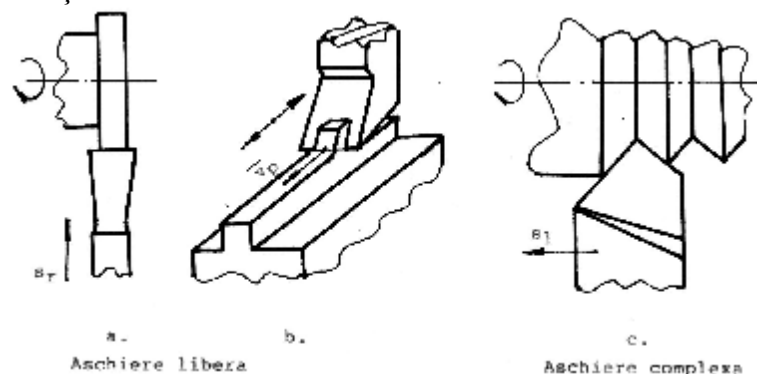


Fig. 3.1. Tipuri de așchiere: liberă (a și b), complexă(c)

Tipul de așchiere cel mai simplu este cel al așchierii ortogonale libere, condiții în care se examinează și procesul de formare a așchiei.

O situație mai complexă este aceea în care pe suprafața de degajare a sculei, la așchiera liberă ortogonală, apar deformări suplimentare ale așchiei care conduc la apariția stratului stagnant și a tășului de depunere.

### 3.2. Zona de formare a așchiei

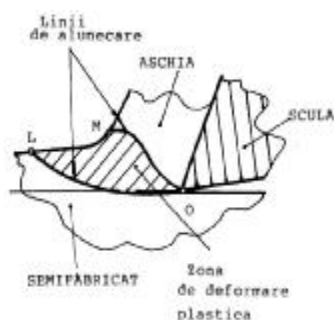


Fig. 3.2. Zona de formare a așchiei

Pentru așchiera ortogonală liberă zona de formare a așchiei are formă de pană (figura 2, zona LOM). Corespunzător schemei prezentate în figura 3.2, deformarea stratului așchiat începe în lungul liniei OL, care constituie limita de început a zonei de deformare plastică. În lungul liniei OL, apar primele alunecări ale materialului prelucrat. Trecând prin zona OLM, materialul prelucrat suferă deformări plastice în lungul liniilor de alunecare.

Deasupra liniei OM materialul suferă deformări datorate în principal frecării pe fața de degajare, transformându-se în așchie. Caracteristic stării de

deformare a materialului în zona LOM este faptul că deformațiile sunt, inițial, foarte reduse, suferind însă către limita OM o creștere foarte rapidă. Dacă între suprafața de degajare a sculei și așchie nu ar exista frecare atunci deformarea materialului așchiei după linia OM ar înceta. În realitate, există frecare între așchie și sculă și, ca urmare, așchia va suferi o deformare suplimentară.

Pe cale experimentală, s-a demonstrat că lățimea așchiei, în comparație cu lățimea stratului de așchiere, rămâne aproape neschimbată. Se poate, deci, afirma că starea de deformare la așchiera liberă ortogonală poate fi considerată o stare plană de deformare.

### 3.3. Metode experimentale de studiu a zonei de deformare

Pentru studiul stării de deformare în zona de formare a așchiei se folosesc mai multe metode.

a) *Metoda măsurării durității*, figura 3.3

Se obține o rădăcină de așchie, prin întreruperea rapidă a procesului de așchiere; proba obținută se pregătește ca o probă metalografică obișnuită, după care se măsoară duritatea diferitelor zone cu microdurimetrul. Unind punctele de aceeași duritate se pot obține informații privind liniile de alunecare și, deci, forma zonei de deformare.

b) *Metoda amprentelor circulare* (metoda rețelelor), figura 3.4.

Pe suprafața laterală a epruvetei se trasează o rețea de linii ortogonale, prin procedee chimice sau mecanice. Mai mult, pe microdurimetru se pot realiza imprimări ale conului de diamant care lasă o urmă circulară.



**Fig. 3.3. Metoda măsurării**

*durității*



**Fig. 3.4. Metoda amprentelor**

Obținându-se rădăcina de așchie și urmărind deformarea rețelei sau a amprenteii circulare se poate delimita zona deformației plastice.

c) *Metoda metalografică*

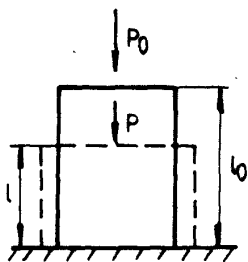
Se obține o rădăcină de așchie și proba este pregătită ca un eșantion metalografic. În urma atacului cu reactiv, la microscop, se poate delimita zona de deformații pe baza modificărilor structurale apărute.

Se utilizează, de asemenea, metoda röntgenografică, metoda înregistrării pe film cu frecvența de cadre mărită (10000 cadre/sec) precum și metoda fotoelasticității, pe probe din rășini epoxidice.

## 4. FORȚA DE AȘCHIERE LA STRUNJIRE

### 4.1. Determinarea teoretică a forței de așchiere

Forța necesară pentru detașarea așchii trebuie cunoscută atât pentru proiectarea mașinii-unelte, a dispozitivelor și sculelor așchietoare cât și pentru stabilirea unor valori limită ale mărimii acesteia, în funcție de rezistența sau, de cele mai multe ori, de rigiditatea semifabricatului prelucrat.



În procesul de așchiere, starea de tensiuni este complexă; totuși, practica a demonstrat că deformările cele mai mari se datoresc, în primul rând, compresiunii care are loc în stratul așchiat.

Teoretic, se poate determina mărimea forței de așchiere considerând stratul așchiat ca o epruvetă supusă la compresiune, figura 4.1. În aceste condiții, tensiunile unitare normale ce apar în epruvetă se supun legii politropice a comprimării plastice

$$\sigma_0 l_0^n = \sigma l^n \quad (5)$$

**Fig. 4.1.** Epruveta comprimată

unde:  $\sigma$  este tensiunea unitară care apare în epruvetă datorită forței de apăsare P;

$\sigma_0$  – limita convențională de curgere;

$l_0$  – lungimea inițială a epruvetei supusă la

deformare;

$l$  – lungimea epruvetei deformată sub acțiunea forței P;

$n$  – constanta care depinde de material și de forma epruvetei deformată.

Dacă se notează cu A, respectiv  $A_0$ , ariile epruvetei după și, respectiv, înainte de deformare, se pot scrie relațiile:

$$\sigma = \frac{P}{A}; \quad \sigma_0 = \frac{P_0}{A_0}$$

unde  $P_0$  este forța la care se manifestă primele deformări remanente.

Ținând seama de legea constanței volumului în cazul deformării plastice, rezultă

$$Pl^{n-1} = P_0 l_0^{n-1} \quad (6)$$

Sau, dacă se notează  $n-1=m$ , rezultă că, la comprimarea plastică, este valabilă legea politropică

$$\sigma_0 l_0^m = \sigma l^m = \text{constanță} \quad (7)$$

Ecuția (7) este valabilă numai pentru zona deformărilor remanente nu și pentru zona deformărilor elastice.

Din aceasta cauză, admitând că ecuația politropică a comprimării plastice este justă, chiar de la începutul deformării,  $\sigma_0$  devine limită convențională de rupere.

Pentru o epruvetă paralelipipedică (așchia detașată), de secțiune  $q=ab$  ( $b>a$ ), rezultă

$$F_0 = \sigma_0 \cdot a \cdot b$$

sau, ținând seama de cele de mai sus,

$$F = \sigma_0 \cdot a \cdot b \cdot \left(\frac{l_0}{l}\right)^m \quad (8)$$

Prin echivalența cu stratul așchiat, raportul  $l_0/l$  este coeficientul de comprimare plastică, și, deci,

$$F = \sigma_0 \cdot a \cdot b \cdot k^m \quad (9)$$

Cunoscând dependența, determinată pe cale experimentală, între mărimea coeficientului de comprimare plastică  $k$  și grosimea așchii (în cazul de față asimilată lui  $a$ ),  $k = \frac{C_1}{a^y}$ , relația (5) poate fi adusă la forma

$$F = C \cdot b \cdot a^{1-my} \quad (10)$$

unde  $C$  înglobează mărimile constante din relație.

De asemenea, cunoscând că, figura Fig. 4.2,

$$b = \frac{t}{\sin \chi}, \text{ rezultă pentru forța } F \text{ expresia}$$

$$F = \frac{C}{[\sin c]^{my}} \cdot t \cdot s^{1-my} \quad (11)$$

sau, în cazul general,

$$F = C_F \cdot t^{x_F} \cdot s^{y_F} \quad (12)$$

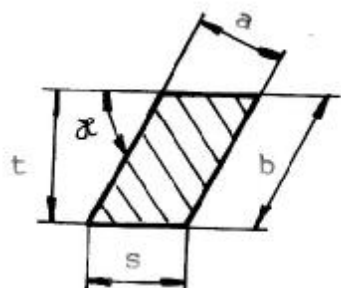


Fig. 4.2. Secțiunea așchii

relație în care mărimile  $C_F$ ,  $x_F$ ,  $y_F$  sunt determinate pe cale experimentală.

## 4.2. Componentele forței de așchiere la strunjire

Forța de așchiere are o mărime și direcție de acțiune ce depind de: calitatea materialului prelucrat, mărimea elementelor regimului de așchiere, parametrii geometrici ai sculei așchietoare, lichidele de răcire-ungere.

Forța de așchiere, din considerente de ordin practic, se consideră prin componentele ei:

- pe direcția mișcării principale,  $F_z$ ;
- pe direcția mișcării de avans,  $F_x$ ;
- radială față de semifabricat,  $F_y$ , figura Fig. 4.3.

Forța rezultantă  $R$  are valoare:

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} \text{ [N]}.$$

Între componentele  $F_x$ ,  $F_y$  și  $F_z$  se poate lua rapoartele uzuale

$$F_x = \frac{1}{4} F_z; F_y = \frac{2}{5} F_z$$

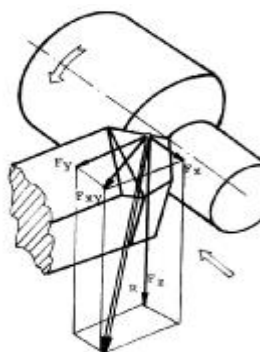


Fig. 4.3. Componentele forței de așchiere

## 4.3. Factorii care influențează mărimea forței de așchiere

- o Regimul de așchiere

Rezultatele cercetărilor experimentale confirmă valabilitatea relației (12), stabilind dependența dintre mărimea componentelor forței de așchiere și elementele regimului de așchiere în forma:

$$F_x = C_{F_x} t^{x_{F_x}} s^{y_{F_x}}; F_y = C_{F_y} t^{x_{F_y}} s^{y_{F_y}}; F_z = C_{F_z} t^{x_{F_z}} s^{y_{F_z}} \text{ [N]} \quad (13)$$

în care  $C_{F_x}$ ,  $y_F$ , etc sunt mărimi ce se determină pe cale experimentală, pentru anumite condiții de lucru (material prelucrat, geometria sculei, lichide de răcire-ungere).

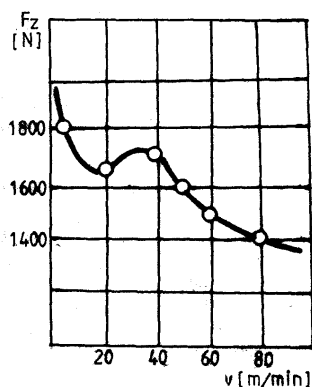
În general, exponenții adâncimii de așchiere sunt mai mari decât exponenții avansului, ceea ce înseamnă, de fapt, o influență mai mare a adâncimii de așchiere asupra mărimii forței.

Odată cu creșterea vitezei de așchiere, forțele de așchiere se micșorează, figura 4.4.

Dependența forță de așchiere-viteză este similară dependenței cunoscute a coeficientului de comprimare plastică în funcție de viteză.

Totuși, viteza de așchiere nu are o influență deosebită în stabilirea mărimii forței de așchiere.

- o Parametrii geometrici ai sculei



**Fig. 4.4. Influența vitezei**

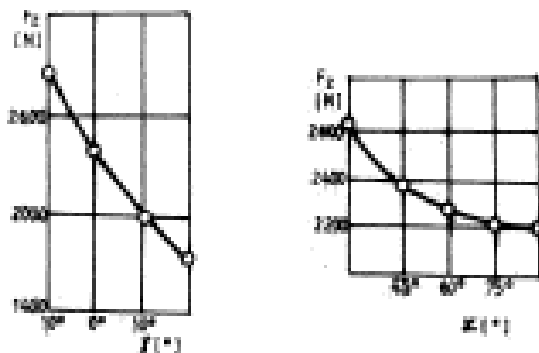
Mărimea unghiului de degajare, conducând la micșorarea coeficientului de comprimare plastică a așchierii va conduce implicit la micșorarea forțelor de așchiere, figura 4.5.

Unghiul de atac, influențând mărirea sau micșorarea grosimii așchierii, odată cu creșterea sa va conduce la micșorarea forței de așchiere.

O mare influență o are mărimea unghiului de atac în stabilirea raportului între mărimile componentelor  $F_x$  și  $R$ , ale forței de așchiere:

$$\begin{aligned} F_x &= F_{xy} \sin \chi; \\ F_y &= F_{xy} \cos \chi, \end{aligned} \quad (14)$$

unde  $F_{xy}$  este componenta forței de așchiere normală pe muchia principală de așchiere a sculei, figura 4.3.



**Fig. 4.5. Influența parametrilor geometrici**

- o Materialul prelucrat și materialul sculei, lichidele de răcire-ungere

Pentru grupe restrânse de materiale cu proprietăți asemănătoare, este posibilă exprimarea mărimii componentei principale de așchiere în funcție de una dintre caracteristicile mecanice, de exemplu

$$F_z = C_{F_z} \sigma_r^{n_{F_z}}, \text{ pentru oțel}$$

sau

$$F_z = C_{F_z} (\text{HB})^{n_{F_z}} \text{ pentru fonte.} \quad (15)$$

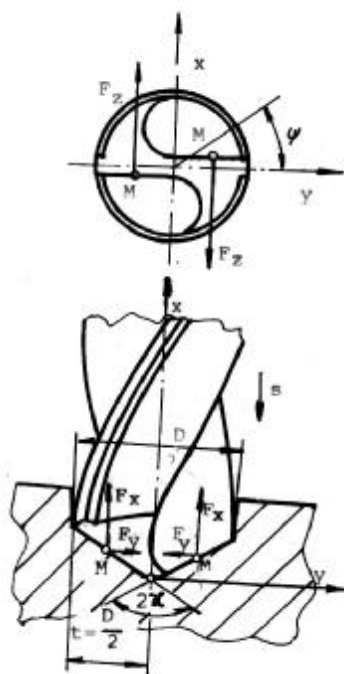
Materialul părții active a sculei așchietoare influențează asupra mărimii forței de așchiere prin modificarea fenomenelor de frecare în lungul feței de degajare.

o Lichidele de răcire-ungere

Micșorând coeficientul de frecare pe fața de degajare, totodată contribuind la formarea unei zone de “predistrugere” în fața tăișului sculei, lichidele de răcire-ungere pot contribui la reducerea mărimii forțelor de așchiere, mai ales în domeniul grosimilor mici de așchiere.

## 5. FORȚA AXIALĂ ȘI MOMENTUL DE TORSIUNE LA BURGHIERE

### 5.1. Componentele forței de așchiere la burghiere



În procesul de burghiere, condițiile de așchiere se modifică în diferitele puncte ale tăișului, ca urmare a geometriei particulare a burghiului, la care unghiurile active sunt variabile, ca mărime, în lungul tăișului principal.

Procesul de formare a așchiilor, în acest caz, poate fi studiat analog cu formarea așchiilor la strunjire, considerând o zonă de lungime infinit-mică în jurul fiecărui punct considerat pe tăiș.

Forța de așchiere ce apare la burghiere se poate descompune în componentele, figura 5.1: componentele axiale  $F_x$ , corespunzătoare unui tăiș al sculei;  $\sum F_x = F_A$  este forța axială; componentele tangențiale  $F_t$ , pe direcția mișcării de așchiere, care dau naștere momentului de torsiune  $M_T$ ; componentele radiale  $F_y$ , care, în cazul unei ascuțiri identice a celor două tăișuri, sunt egale și de sensuri contrare,  $\sum F_y = 0$ .

Comparând forțele ce apar la burghiere și strunjire, se observă că acestea sunt similare.

Considerând un element al muchiei tăișului principal care detașează elementul de așchie  $a^*db$ , figura 5.2, forța elementară ce apare este

$$dF_{z_r} = z \cdot p_r \cdot a \cdot db \quad (17)$$

**Fig. 5.1.** Forța axială și momentul de torsiune la burghiere cu burghie elicoidale

unde:  $z$  este numărul de dinți ai  
 $p_r$  – apăsarea specifică  
punctul considerat,

$$p_r = \frac{C_r}{a^\mu}$$

Deoarece  $db = \frac{dr}{\sin \chi}$  și

$$dF_{z_r} = \frac{C_r \cdot s_d^{1-m}}{(\sin c)^m} z \cdot dr$$

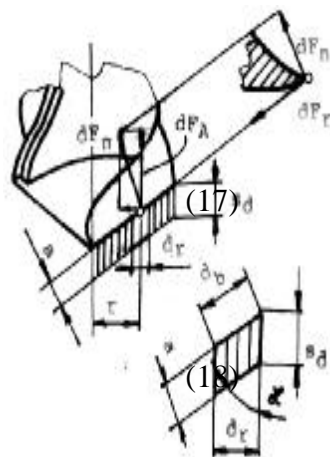
Constanta  $C_r$  reprezintă așchiere, a cărei valoare, pentru prelucrat, este dependentă de degajare și de mărimea razei  $r$ .

Integrând, forța elementară între limitele 0,  $D/2$  corespunzătoare tăișului principal, rezultă

$$F_z = \frac{C_r^0 \cdot s_d^{1-m} \cdot z \cdot D}{(\sin c)^m \cdot 2} \quad (19)$$

unde: pentru  $C_r^0$  s-a considerat o valoare constantă,  $C_r^0 = C_0 \frac{\delta_{med}}{60}$ ; (20)

$\mu=0,33$  (fontă) și  $0,25$  (oțel);



**Fig. 5.2.** Așchia elementară

sculei;  
corespunzătoare în

$a = s_d \sin \chi$  rezultă

rezistența unitară de același material mărimea unghiului de

$\delta_{med}$  - unghiul de aşchiere mediu în lungul tăişului sculei;

$C_0$  – constantă dependentă de calitatea materialului prelucrat.

Ca urmare, componenta  $F_z$  poate căpăta o exprimare de forma

$$F_z = C_{F_z} \cdot D \cdot s^{y_{F_z}} \text{ [daN]}. \quad (21)$$

$$\text{Momentul de torsiune elementar } dM = \frac{C_r \cdot s_d^{1-\mu}}{(\sin \chi)^\mu} \cdot z \cdot r \cdot dr \quad (22)$$

$$\text{permite, prin integrare, determinarea formei de exprimare } M = C_M \cdot D^2 \cdot s^{y_M} \text{ [daN}\cdot\text{mm]}. \quad (23)$$

În mod analog, considerând forţa elementară normală pe tăiş

$$dF_n = \varepsilon \cdot dF_{z_r}, \quad \varepsilon=0,6\dots 0,7, \quad (24)$$

$$\text{se poate determina forţa axială elementară } dF_x = \varepsilon \cdot dF_{z_r} \cdot \sin \chi \quad (25)$$

$$\text{sau } dF_A = 2\varepsilon \cdot dF_{z_r} \cdot \sin \chi, \quad (26)$$

$$\text{care conduce la o exprimare de forma } F_A = C_A \cdot D \cdot s^{y_{F_A}} \text{ [daN]}. \quad (27)$$

În cazul general, se pot considera pentru forţa axială,  $F_A$  şi pentru momentul de torsiune,  $M$ , expresiile:

$$F_A = C_{F_A} \cdot D^{x_{F_A}} \cdot s^{y_{F_A}} \text{ [daN]}; \quad (28)$$

$$M = C_M \cdot D^{x_M} \cdot s^{y_M} \text{ [daN}\cdot\text{mm]}, \quad (29)$$

în care constantele şi exponenţii se determină pe cale experimentală, pentru condiţii concrete de lucru.

## 5.2. Influenţa diferiţilor factori asupra mărimii forţei axiale şi a momentului de torsiune la burghiere

### 5.3.1. Influenţa parametrilor regimului de aşchiere

Forţa axială şi momentul de torsiune cresc odată cu creşterea secţiunii de aşchiere. Influenţa avansului este mai mică decât a adâncimii de aşchiere.

Mărirea vitezei de aşchiere conduce la reducerea atât a forţei axiale cât şi a momentului de torsiune dar nu în mod semnificativ.

### 5.3.2. Influenţa materialului prelucrat şi a lichidelor de ungere şi răcire

Se poate afirma că, odată cu creşterea rezistenţei materialului prelucrat, cresc forţa axială şi momentul de torsiune la burghiere.

Lichidele de răcire-ungere au o influenţă importantă, date fiind condiţiile specifice ale operaţiei de burghiere, conducând la micşorarea cu aproximativ 30% a forţei axiale şi a momentului de torsiune, faţă de lucrul fără răcire-ungere.

### 5.3.3. Parametrii geometrici ai sculei

Micşorarea unghiului de atac  $\chi$ , atrage după sine micşorarea forţei axiale şi mărirea momentului de torsiune.

Creşterea unghiului de degajare (unghiul de înclinare a canalului burghiului  $\omega$ ) conduce la micşorarea momentului de torsiune şi a forţei axiale.

Lungimea tăişului transversal are o influenţă deosebită asupra mărimii forţei axiale; micşorarea sa atrăgând după sine micşorarea forţei axiale.

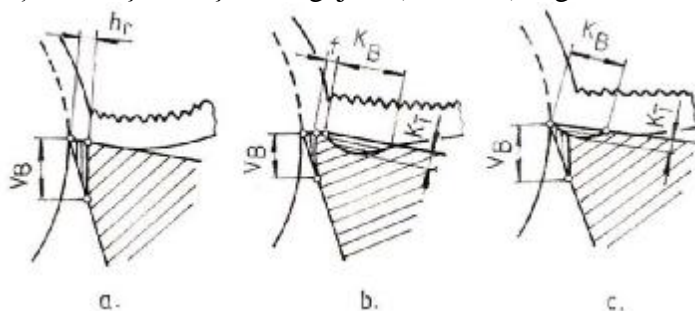
## 6. UZURA SCULELOR AȘCHIETOARE

### 6.1. Forme de uzare a sculelor așchietoare

Ca urmare a presiunii pe suprafața de contact, a temperaturii și a mișcării relative așchie-sculă și semifabricat-sculă, suprafețele active ale sculei așchietoare sunt supuse uzurii.

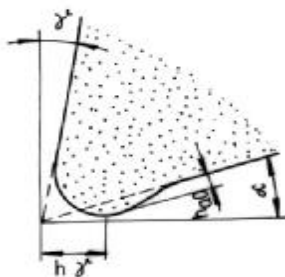
Se deosebesc două forme de uzare a sculei așchietoare:

- uzura pe fața de așezare (forma I);
- uzura pe fețele de așezare și de degajare (forma II), figura 6.1.



**Fig. 6.1. Forme de uzare: a) uzura feței de așezare ( $V_B$ ); b) uzura sub forma de crater; c) uzura prag**

În cazul uzurii de forma I, pe fața de așezare a sculei se obține o suprafață de uzură de lungime  $V_B$ , figura 6.1.a. În cazul uzurii sculei de forma II, odată cu uzura suprafeței de așezare se obține și uzura feței de degajare în forma unui crater cu dimensiunile  $K_B$  și  $K_T$ , figura 6.1.b. Această formă de uzare este caracteristică sculelor din oțel rapid la prelucrarea cu viteze mici și mijlocii a oțelurilor carbon de construcție. Modul specific de uzare se explică prin existența, în aceste condiții, a tășului de depunere care are un rol protector.



**Fig. 6.2. Uzura de deformare plastică**

La prelucrarea cu scule din carburi metalice, la viteze mari de așchiere, în lipsa tășului de depunere, uzura sculei așchietoare se produce după schema prezentată în figura 6.1.c.

La așchiera cu viteze mari și foarte mari, cu scule din carburi metalice, uzura sculei se prezintă sub forma unei deformații plastice a tășului, figura 28. Ca urmare a acestei deformații plastice, unghiul de așezare devine nul sau chiar negativ, conducând la intensificarea mecanismului de uzare a sculei așchietoare.

### 6.2. Mecanisme de uzare

Există mai multe mecanisme ale procesului de uzare a sculelor așchietoare.

○ *Uzura prin abraziune*

În zonele în frecare, particulele abrazive dure, între suprafețele în contact, provoacă îndepărtarea sau deformări ale materialului din păturile superficiale.

La prelucrarea oțelurilor, uzura de abraziune este provocată de către constituenții metalografici duri ai materialului de prelucrat. (cementita sau carburi complexe ale unor elemente de aliere). Abraziunea apare cu preponderență la așchiera oțelurilor cu scule confecționate din oțeluri carbon sau aliate.

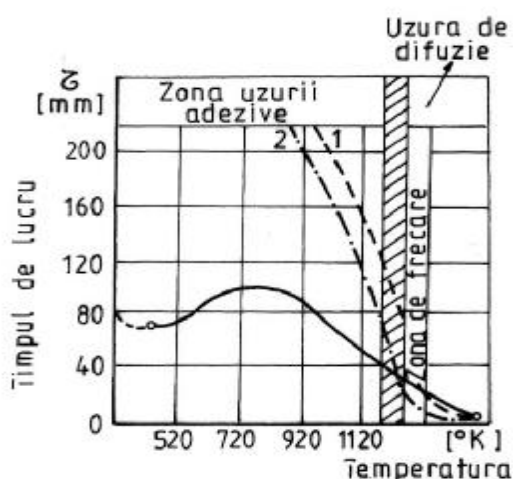
○ *Uzura de adeziune*

Uzura de adeziune se produce ca urmare a adeziunii moleculare dintre anumiți constituenți din materialul sculei și din materialul de prelucrat.

Adeziunea se produce între ferita, constituent al materialului sculei și al materialului prelucrat, precum și între ferita din materialul prelucrat și cobaltul din materialul sculei (pentru scule din carburi metalice).

○ *Uzura de difuziune*

Se produce ca urmare a difuziunii unor elemente din soluția solidă a aliajului sculei în soluția solidă a materialului de prelucrat. (ex. din carburile metalice difuzează carbonul).



**Fig. 6.3. Domenii de acțiune ale mecanismelor de uzare**

Fenomenul sporește în intensitate odată cu creșterea temperaturii. La temperaturi mai mari de 800°C se consideră că, principala cauză a uzării sculelor din carburi metalice este difuziunea.

○ *Uzura prin transport de ioni*

Cele două materiale, al sculei și al piesei, formează un cuplu al cărui curent este suma algebrică a doi curenți, dintre care unul ionic cu sensul de la sculă la piesă. În acest fel, scula pierde ioni din masa sa, și, deci, se uzează.

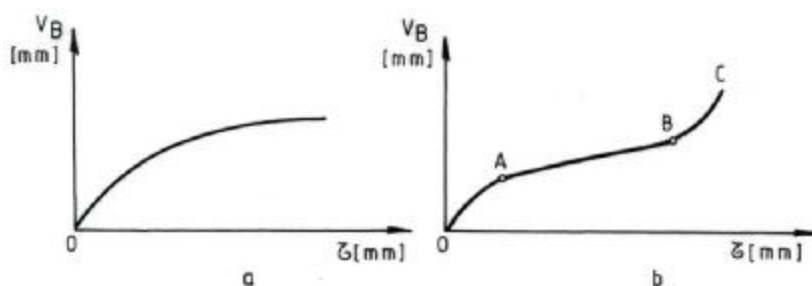
○ *Uzura prin fărâmițare*

Aceasta apare ca urmare a solicitărilor pulsatorii a sculei, mai ales la scule din materiale fragile (carburi metalice). Participarea fiecărui tip de uzură la uzura reală a sculei așchietoare depinde de o serie de factori dintre care cei mai importanți sunt temperatura tăișului și materialul prelucrat.

### 6.3. Criterii de uzură

○ *Dependența: uzură - timp*

Modului de creștere a uzurii sculei pe fața de așezare sau de degajare îi sunt caracteristice legi specifice.



**Fig. 6.4. Forme de legi de uzare în timp**

Din figura 6.4, rezultă dependențele uzură - timp caracteristice dezvoltării uzurii pe fața de așezare (a) și a uzurii simultane a feței de degajare și a celei de așezare (b).

În cazul (b), sunt evidente cele trei zone caracteristice: OA - uzura inițială; AB - uzura proporțională; BC - uzura catastrofală.

o *Criterii de uzură*

În timpul exploataării sculei, datorită uzării, apare un moment când lucrul trebuie întrerupt și scula reascuțită. Momentul întreruperii lucrului se stabilește cu ajutorul criteriilor de uzură.

Se definesc criterii tehnologice de uzură cum ar fi:

- apariția pe suprafața prelucrată a unor dungii lucioase care se datoresc faptului că, scula nepătrunzând în materialul prelucrat, materialul este strivit și refulat pe sub tăiș
- creșterea componentelor forței de așchiere;
- schimbarea formei așchii și culorii așchii;
- înrăutățirea rugozității suprafeței prelucrate;
- apariția vibrațiilor sistemului tehnologic;

Deoarece nu este posibil să se lucreze cu scula până la distrugerea completă a muchiei tăișului, (pierderea de material la reascuțire face neeconomică o astfel de exploatare), se prescriu valori admise pentru parametrii criteriilor convenționale de uzare (vezi tabelele 1 și 2)

Cuțite de strung

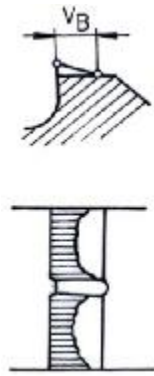
**Tabelul 1**

Material sculă (condiții de lucru)	Material prelucrat	Criteriul $V_B$ [mm]
Oțel rapid (fără răcire)	Oțel	0,5
Oțel rapid (cu răcire)	Oțel	2,0
Oțel rapid	Fontă	4,0
Carburi metalice	Oțel	1...1,2
Carburi metalice	Fontă	0,8...1

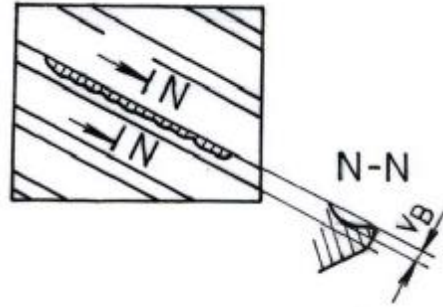
Freze cilindrice

**Tabelul 2**

Material sculă (condiții de lucru)	Material prelucrat	Criteriul $V_B$ [mm]
Carburi metalice (degroșare+finisare)	Oțel	0,5...0,6
Oțel rapid (degroșare)	Oțel	0,4...0,6
Oțel rapid (finisare)	Oțel	0,15...0,25
Oțel rapid (degroșare)	Fontă	0,5...0,8



**Fig. 6.5. Uzura feței de așezare la broșă**



**Fig. 6.6. Criteriul VB la freze cilindrice**



**Fig. 6.7. Criteriul VB la burghie. Uzura de colț**

$V_B=0,2...0,4 \text{ mm}$

## 7. RUGOZITATEA SUPRAFETELOR PRELUCRATE PRIN STRUNJIRE

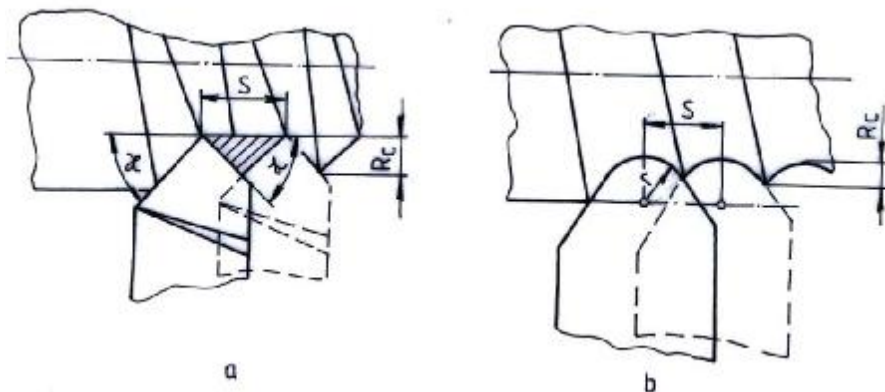
Neregularitățile care formează microgeometria unei suprafețe prelucrate prin strunjire se obțin atât datorită modului de generare a suprafeței (depinzând de forma muchiei de așchiere și de mărimea avansului) cât și a fenomenelor de deformare plastică, legate de formarea așchii și a depunerilor pe tăiș.

Microneregularitățile datorate fenomenelor ce însoțesc formarea așchii ce apar pe o suprafață prelucrată sunt:

- *ondulații*, datorate vibrației sistemului tehnologic;
- *cratere*, se formează prin smulgerea unor particule din masa materialului prelucrat (apar mai ales la prelucrarea fontelor);
- *fisuri*, urme ale fisurilor de la baza așchii – se obțin numai la prelucrarea materialelor fragile;
- *solzi lucioși*, formați prin imprimarea pe suprafața așchiată a unor porțiuni din masa depunerii pe tăiș ruptă și refulate pe sub tăișul principal al sculei.

Microneregularitățile suprafeței prelucrate în direcția mișcării rezultante de așchiere formează asperitatea longitudinală, iar cele în direcția avansului formează asperitatea transversală.

- *Influența diferiților factori asupra mărimii rugozității*



**Fig. 7.1. Forma teoretică a asperității transversale-R**

Rugozitatea transversală este determinată de geometria sculei și de mărimea avansului, figura 7.1.

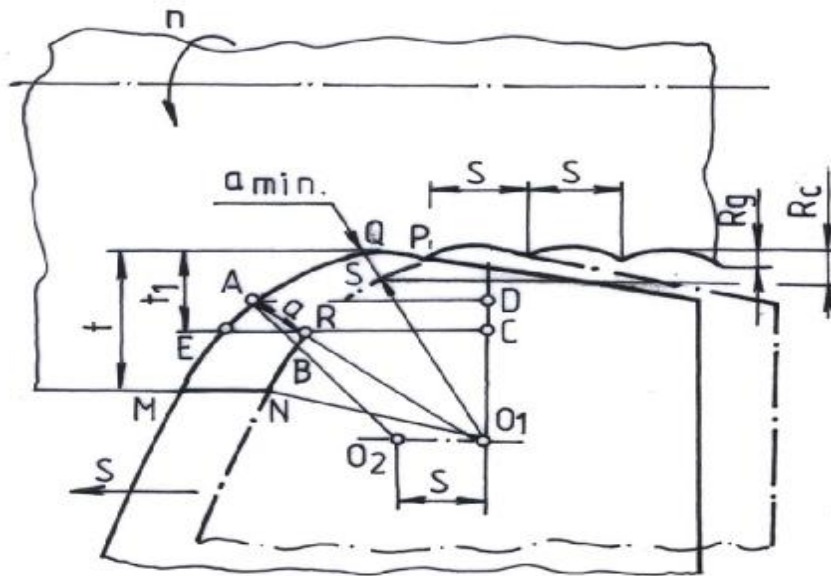
Dimensiunea calculată a rugozității  $R_c$  este dată de relațiile

$$R_c = \frac{s}{\text{ctg } c + \text{ctg } c_1} \quad \text{și} \quad R_c \cong \frac{s^2}{8r_\varepsilon} \quad (30)$$

unde:  $\chi$  și  $\chi_1$  sunt unghiurile de atac principal și, respectiv, secundar;  
s este avansul;

$r_\varepsilon$  este mărimea razei la vârf. Relațiile (30) dau valori ale rugozității mult diferite de cele efective.

Din analiza modului de obținere a profilului real, pentru operația de strunjire de finisare, se observă că scula, datorită razei de ascuțire a tăișului  $\rho_\beta$ , va detașa așchia numai până la o anumită grosime minimă ( $a_{\min}$ ), figura 7.2.



**Fig. 7.2. Generarea minimă a aşchiei**

Restul de material, nemaiputând fi detaşat, va suferi o deformare plastică importantă, se va ecruisa şi, fiind refulat sub tăiş, va genera asperitatea.

În acest mod, asperitatea calculată are următoarea expresie matematică

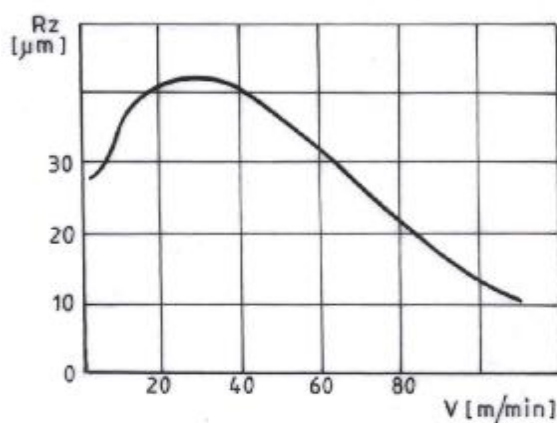
$$R_c = \frac{s^2}{8(r+2a_{\min})} + \frac{ra_{\min}}{2(r+2a_{\min})} + \frac{r^2 \cdot a_{\min}^2}{2s^2(r+2a_{\min})} \quad (31)$$

unde

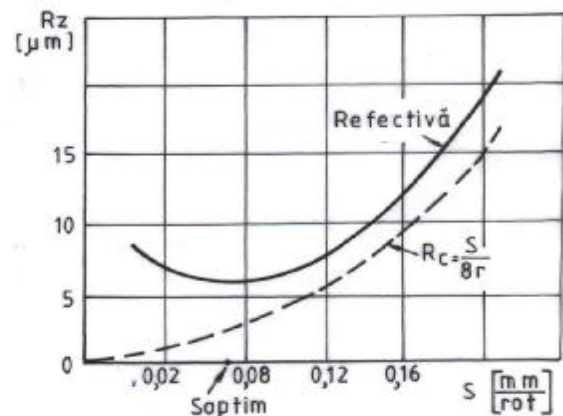
$$a_{\min} = 0,293 \cdot r_b \quad [mm]. \quad (32)$$

Viteza de aşchiere are o influenţă deosebită asupra mărimii rugozităţii, mai ales în domeniul vitezelor în care, la aşchiera oţelului, se formează tăişul de depunere, figura 7.3.

Dependenţa rugozitate-avans la prelucrările de finisare arată că, rugozitatea efectivă este determinată nu de mărimea rugozităţii de generare ci de cea produsă datorită deformării plastice a materialului prelucrat.



**Fig. 7.3. Influenţa vitezei de aşchiere**



**Fig. 7.4. Influenţa mărimii avansului**

Parametrii geometrici ai sculei influenţează mărimea rugozităţii suprafeţei prelucrate astfel:

- micşorarea excesivă a unghiului de aşezare conduce la mărirea microneregularităţilor;

- mărirea unghiului de degajare conduce, de asemenea, la micșorarea microneregularităților.

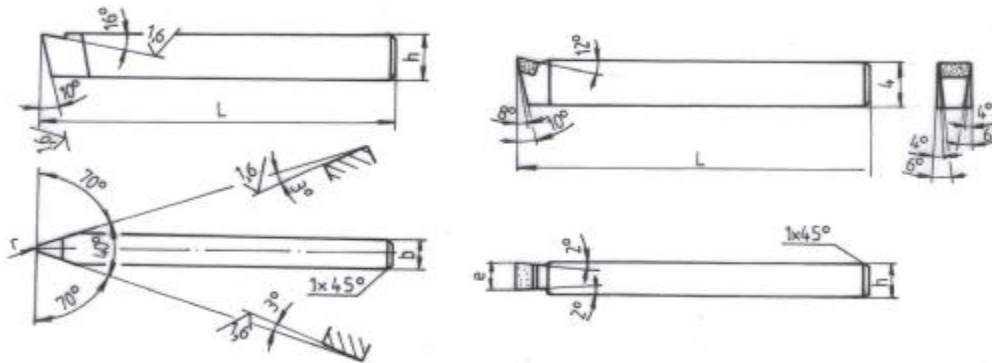
De asemenea, calitatea necorespunzătoare a suprafețelor active ale sculei, (uzura acestora) conduce la înrăutățirea rugozității suprafeței prelucrate.

Lichidele de răcire-ungere conduc la îmbunătățirea rugozității suprafeței prelucrate, mai ales în domeniul vitezelor de așchiere mici.

De asemenea, o deosebită importanță o are calitatea materialului prelucrat.

Se poate afirma că, de regulă, materialele cu o bună plasticitate, precum și stările structurale care conferă o bună plasticitate conduc la formarea unor suprafețe rugoase.

Sculele cu geometrie specifică operației de finisare sunt prezentate în figura 7.5.



**Fig. 7.5. Scule pentru strunjirea de finisare**

## 8. TEMPERATURA MEDIE A TĂIȘULUI SCULEI

### 8.1. Căldura de așchiere. Bilanțul termic la așchiere metalelor

În procesul de așchiere are loc ridicarea temperaturii așchiei, sculei și semifabricatului, ca urmare a transformării unui procent de 99,5% din lucrul mecanic de așchiere în căldură. Convențional, se poate considera că, există trei surse de căldură, figura 8.1:

- planul de forfecare;
- suprafața de degajare a sculei;
- fața de așezare a sculei.

Dacă se notează cu  $Q_\phi$ ,  $Q_\gamma$  și  $Q_\alpha$  cantitatea de căldură provenită din aceste surse, atunci, cantitatea totală de căldură este dată de relația,

$$Q = Q_\phi + Q_\gamma + Q_\alpha \quad (33)$$

Căldura degajată se propagă în așchie, sculă, piesă și mediul înconjurător astfel că se poate face precizarea

$$Q = Q_{fp} + Q_{fa} + Q_{ap} + Q_{as} + Q_{gp} + Q_{gs} + Q_m \quad (34)$$

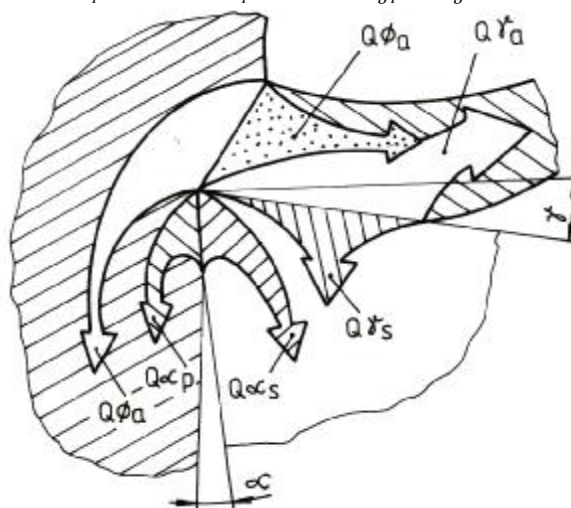


Fig. 8.1. Surse de căldură la așchiere

unde:

$Q_{\phi p}$  este cantitatea de căldură provenită din transformarea lucrului mecanic de deformare în planul de forfecare și preluată de piesă;

$Q_{\phi a}$  - cantitatea de căldură provenită din transformarea lucrului mecanic de deformare în planul de forfecare și preluată de așchie;

$Q_{\alpha p}$  - cantitatea de căldură provenită din transformarea lucrului mecanic de frecare pe fața de așezare și preluată de piesă;

$Q_{\alpha s}$  - cantitatea de căldură provenită din transformarea lucrului mecanic de frecare pe fața de așezare și preluată de sculă;

$Q_{\gamma p}$  - cantitatea de căldură provenită din transformarea lucrului mecanic de frecare pe fața de degajare și preluată de piesă;

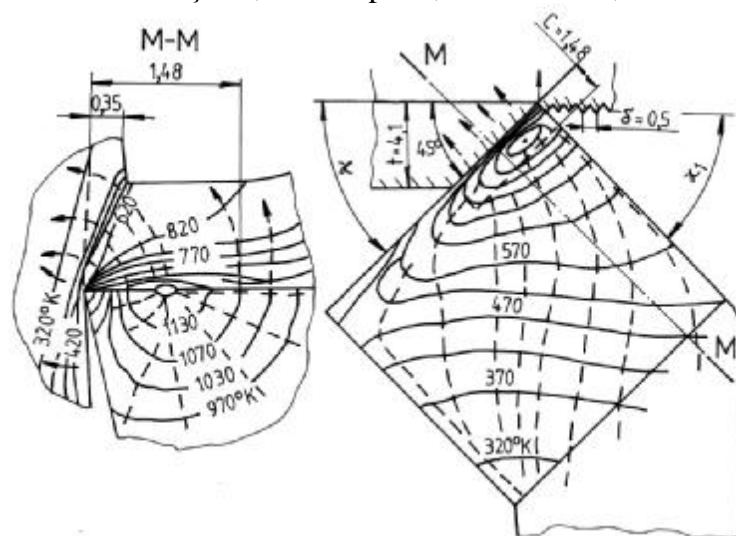
$Q_{\gamma a}$  - cantitatea de căldură provenită din transformarea lucrului mecanic de frecare pe fața de degajare și preluată de așchie;

$Q_m$  - cantitatea de căldură preluată direct de mediul ambiant.

Repartizarea căldurii de aşchiere între aşchie, piesă, sculă şi mediul ambiant depinde de procedeul de aşchiere, caracteristicile termice ale materialului piesei şi sculei, de regimul de aşchiere, în special de viteza de aşchiere.

Orientativ, cantitatea de căldură se repartizează astfel:

- la strunjire – 75% în aşchie; 20% în piesă; 4% în sculă; 1% în mediul ambiant, dar diferă mult de această stare, odată cu creşterea vitezei de aşchiere;
- la burghiere – 28% în aşchie; 52% în piesă; 15% în sculă; 5% în mediul ambiant.



**Fig. 8.2. Câmp termic în sculă la strunjire**

O deosebită importanță o are cunoașterea câmpului de temperaturi în sculă, având în vedere, în special, fenomenul de uzură al sculei aşchietoare.

În figura 8.2, este reprezentat câmpul de temperatură în aşchie, piesă şi sculă la strunjirea oțelului. Este evident faptul că, temperatura sculei este maximă pe fața de degajare, în apropierea tăişului.

## 8. 2. Influența diferiților factori asupra temperaturii tăişului sculei

### 8.2.1. Regimul de aşchiere

Creşterea grosimii aşchiei influențează asupra temperaturii tăişului sculei, pe de o parte ca factor ce determină creşterea lucrului mecanic de aşchiere şi, pe de altă parte, ca factor de reducere a mărimii apăsării specifice de aşchiere. Odată cu creşterea grosimii aşchiei creşte şi temperatura tăişului sculei,

$$\theta = \theta_0 \left( \frac{a}{a_0} \right)^{\mu_\theta} \quad (35)$$

unde:

$a > a_0$ ;

$\mu_\theta = 0,20$  la prelucrarea oțelurilor;

$\mu_\theta = 0,133$  la prelucrarea fontei;

$\theta$  - temperatura tăişului, [°C].

Lățimea de aşchiere, odată cu creşterea sa, conduce indirect la o reducere a temperaturii tăişului, ca urmare a creşterii dimensiunii suprafeței de contact aşchie - sculă. În același timp, constituind un factor de amplificare a forței de aşchiere, şi, deci, a lucrului mecanic de aşchiere, creşterea lățimii de aşchiere conduce la creşterea temperaturii tăişului.

Viteza de aşchiere are o influență hotărâtoare asupra temperaturii tăişului, creșterea vitezei conducând la creșterea temperaturii tăişului,

$$\theta = \theta_0 \left( \frac{v}{v_0} \right)^{q_\theta} \quad (36)$$

unde:  $v > v_0$ ;

$q_\theta = 0,26K0,72$  la prelucrarea oțelurilor;

$q_\theta = 0,26K0,40$  la prelucrarea fontei.

### 8.2.2. Parametrii geometrici și constructivi ai sculei

Creșterea unghiului de degajare, până la o anumită valoare, conduce la micșorarea temperaturii tăişului sculei; creșterea peste această valoare a unghiului de degajare conduce la creșterea temperaturii tăişului pe seama micșorării volumului tăişului sculei, figura 8.3.

Creșterea unghiului de atac conduce la mărirea temperaturii tăişului sculei, în special pe seama scăderii capacității termice a sculei, figura 8.4.

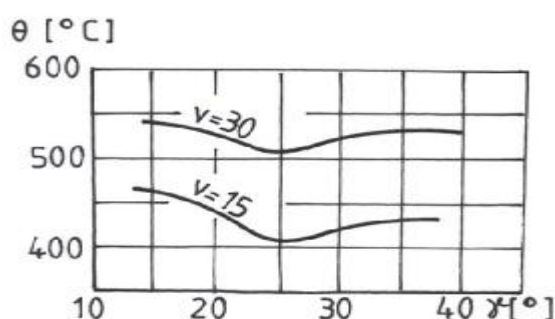


Fig. 8.3. Influența unghiului

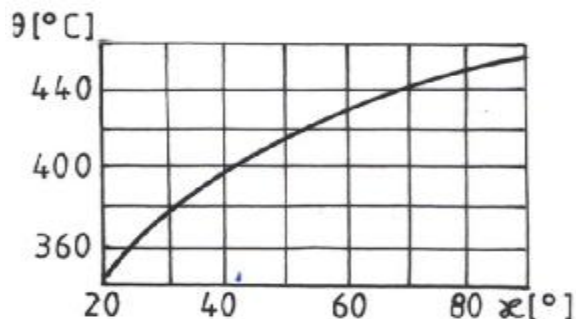


Fig. 8.4. Influența unghiului de atac de degajare

Odată cu mărirea razei de racordare la vârful sculei, temperatura tăişului se micșorează pe seama creșterii capacității termice a sculei.

## 8.3. Metode experimentale pentru măsurarea temperaturii tăişului sculei

Metodele experimentale pentru măsurarea temperaturii de aşchiere pot fi împărțite în două grupe:

- metode prin care se determină temperatura medie a aşchii și a semifabricatului (metoda calorimetrică; metoda culorii de revenire; metoda substanțelor termocolore);
- metode prin care se determină temperatura diferitelor zone ale aşchii sau ale sculei (metoda termoelectrică, metoda radiației).

*Metoda calorimetrică* permite determinarea cantității de căldură degajată într-un proces de aşchiere, operația de aşchiere desfășurându-se într-un calorimetru și urmărindu-se, îndeaproape, temperatura lichidului calorimetric. Prin această metodă, se determină numai căldura totală degajată în proces.

*Metoda culorilor de revenire* este o metodă aproximativă care se bazează pe corespondența care există între culoarea peliculei de oxizi formată pe suprafața aşchii și temperatura acesteia.

Codul culorilor (la prelucrarea oțelului carbon) este următorul:

- o galben pai - 200°C;
- o purpuriu - 270°C;

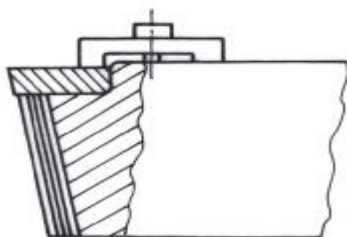
- albastru deschis - 320°C;
- albastru cenușiu - 350°C;

*Vopsele termocolore* sunt substanțe care sub acțiunea căldurii își schimbă culoarea la atingerea unei anumite temperaturi. Metoda face posibilă determinarea temperaturii sculei numai în zonele ce nu sunt în contact cu așchia. Metoda este aproximativă.

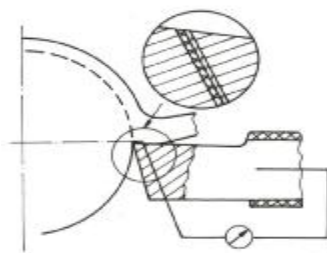
*Metoda radiației* se bazează pe emisiunea de raze calorice infraroșii ale diferitelor puncte din zona de așchiere, captate cu un pirometru.

*Metoda termoelectrică* permite, prin folosirea termocupleuror artificiale, montate pe suprafețele active ale sculei, figura 8.5, să se măsoare temperatura pe care o ating aceste puncte în cursul procesului de așchiere.

Metoda mai poate fi folosită și în varianta așa numită a termocuplului „semiartificial” la care unul din elementele termocuplului îl constituie materialul sculei, iar cel de-al doilea un fir de constantan, sudat de corpul cuțitului în punctul în care se măsoară temperatura. Etalonarea unui astfel de montaj se poate face cu exactitate, figura 8.6



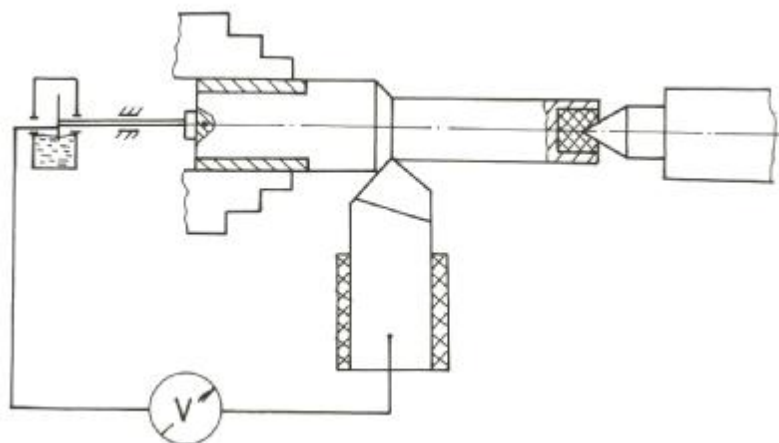
**Fig. 8.5. Metoda termocupleuror  
artificiale**



**Fig. 8.6. Termocuplu  
semiartificial**

Pentru determinarea temperaturii medii a tășului, se pot utiliza termocuplele formate de materialul sculei și al piesei – termocuplul natural, figura 8.7.

Scula trebuie, în mod obligatoriu, izolată din punct de vedere electric față de batiul mașinii.



**Fig. 8.7. Termocuplul natural**

Dezavantajul metodei constă în aceea că montajul trebuie reetalonat pentru fiecare cuplu de material piesă-sculă în parte. Circuitul electric piesă-sculă se poate închide printr-un colector cu mercur. Acesta din urmă poate fi înlocuit printr-un colector cu grafit.

## 9. DURABILITATEA SCULELOR AȘCHietoARE DEPENDENȚA DURABILITATE - VITEZA DE AȘCHIERE

Durata de lucru continuă a sculei între două reascuțiri impuse de atingerea unui criteriu de uzare poartă numele de durabilitate. Durabilitatea se notează cu  $T$  și se măsoară în minute.

Durabilitatea depinde de factorii care influențează uzura: viteza de așchiere, avansul, adâncimea de așchiere, geometria sculei, calitatea materialului prelucrat și materialul sculei, lichidele de răcire și ungere.

Cea mai mare influență asupra durabilității sculei o are viteza de așchiere. Pe cale experimentală, s-a determinat dependența dintre durabilitatea  $T$  și viteza de așchiere, în forma (relația Taylor)

$$v = \frac{C_v}{T^m}, \quad (37)$$

unde:  $T$  este durabilitatea [minute];

$v$  – viteza de așchiere [m/min];

$m$  – exponentul durabilității;

$C_v$  – constantă care depinde de proprietățile fizice ale materialului prelucrat și de parametrii regimului de așchiere.

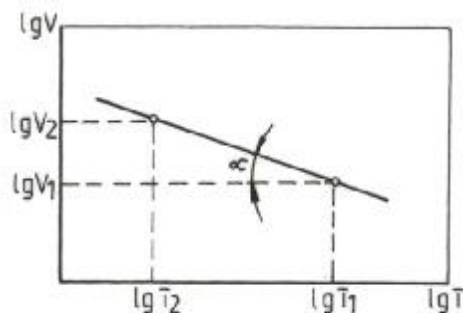
Exponentul „ $m$ ” nu este o mărime constantă, el depinzând de factorii care influențează uzura tăișului. Totuși, pentru un domeniu de variație a vitezelor restrâns (raportul între vitezele limită de cel mult 1,5), se poate considera că exponentul „ $m$ ” are o valoare constantă.

În aceste condiții ( $m = \text{const.}$ ), în coordonate logaritmice, funcția (37) reprezintă o dreaptă, figura 48,

$$\log v = -m \log T + \log C, \quad (38)$$

unde  $m = \text{tg} \alpha$ .

Cu cât exponentul „ $m$ ” este mai mic, cu atât dreapta este mai apropiată de orizontală. În acest caz, la o variație mică a vitezei de așchiere corespunde o variație mare a durabilității sculei.



**Fig. 9.1. Legea Taylor**

La o astfel de comportare a sculei, se spune că, aceasta este „sensibilă la variația vitezei de așchiere”. Pentru domeniul vitezelor de așchiere, caracteristic operațiilor de broșare, filetare, exponentul „ $m$ ” este mai mare (scula nu este sensibilă la variația vitezei de așchiere, în acel domeniu). La vitezele de așchiere mari (strunjirea de finisare), exponentul „ $m$ ” este mic ceea ce conduce la creșterea „sensibilității la variația vitezei” pentru sculele așchietoare ce lucrează în acest domeniu.

## 9.2. Încercări pentru stabilirea dependenței durabilitate-viteză de aşchiere

### 9.2.1. Metode de determinare completă a corelației durabilitate-viteză la aşchiere (metoda de lungă durată)

Pentru trasarea dependenței T-v, figura 49, se procedează în felul următor: se execută strunjiri longitudinale în condițiile regimului de aşchiere ( $t$ ,  $s$ ,  $v_1$ );

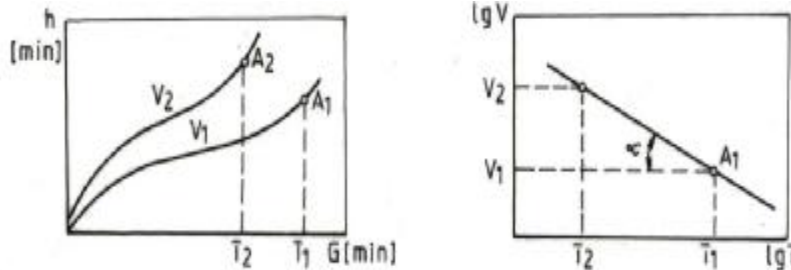


Fig. 9.2. Metoda de lungă durată

- o la fiecare 2...5 minute se întrerupe aşchiera și se măsoară uzura sculei până în acel moment, (se măsoară de regulă parametrul  $V_B$ );
- o cu perechile de valori  $\tau$  și  $V_B$  se trasează dependența  $V_B=f(\tau)$ ;
- o se repetă experiența pentru o altă valoare a vitezei de aşchiere  $v_2$ , ceilalți parametri rămânând constanți;
- o se determină durabilitățile  $T_1$  și  $T_2$ , corespunzătoare punctelor  $A_1$  și  $A_2$  de unde apare uzura totală (sau pentru o anumită valoare a uzurii, aleasă drept criteriu).

Ținând seama de condiția (1), rezultă:

$$T_1^m v_1 = T_2^m v_2 \quad (39)$$

Se poate determina, în coordonate logaritmice, panta

$$m = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\log v_2 - \log v_1}{\log T_1 - \log T_2} \quad (40)$$

Metoda prezintă dezavantajul că necesită un volum mare de muncă.

### 9.2.2. Metoda redusă, axată pe extrapolarea corelației uzură-timp

Încercările se fac pentru diferite viteze de aşchiere menținându-se constanți ceilalți parametri ai regimului de lucru. Se stabilesc dependențele  $V_B=f(\tau)$ .

O singură încercare se desfășoară până la uzura totală a sculei, stabilindu-se corelația uzură-timp. Pentru toate celelalte cazuri, încercările se realizează numai pentru durate de timp mici, stabilindu-se modul de variație a uzurii în timp, numai în zona inițială a curbei.

În acest fel, se poate scrie o relație de forma

$$V_B = C_{V_B} \cdot \tau^{x_1} \cdot v^{x_2}, \quad (41)$$

unde:

- $V_B$  este mărimea uzurii adoptată drept criteriu;
- T - durabilitatea sculei corespunzătoare criteriului de uzare stabilit;
- v - viteza de aşchiere [m/min].

Rezultă

$$v = \frac{(V_B)^{1/x_2}}{(C_{V_B})^{1/x_1} \cdot T^{x_1/x_2}} \quad (42)$$

Deoarece

$$\frac{(V_B)^{1/x_2}}{(C_{V_B})^{1/x_1}} = C, \quad \frac{x_1}{x_2} = m, \quad \text{rezultă } v = \frac{C}{T^m}.$$

### 9.2.3. Metoda cu izotopi radioactivi

Pentru aprecierea intensității de uzare a sculei, se folosește și metoda cu izotopi radioactivi.

Materialul sculei conține izotopi radioactivi ai elementelor chimice ce intră în compoziția acestui material.

Prin măsurarea radioactivității așchiilor, se stabilește pierderea în greutate a părții așchietoare a sculei.

### 9.2.4. Metoda redusă bazată pe intensitatea uzurii sculei

Se fac încercări pentru diferite viteze de așchiere  $v_1, v_2 \dots v_n$ , măsurându-se intensitățile de uzare  $I_1, I_2 \dots I_n$ , în perioada de durabilitate a sculei:

$$I_1 = \frac{V_{B_1}}{T_1}, \quad I_2 = \frac{V_{B_2}}{T_2}, \quad \dots, \quad I_n = \frac{V_{B_n}}{T_n}$$

unde  $T_1, T_2, \dots, T_n$  sunt durabilitățile sculelor corespunzătoare vitezelor  $v_1, v_2, v_n$ .

În coordonate logaritmice, dependența  $I=f(v)$ , este o dreaptă. Panta dreptei în raport cu axa I este exponentul durabilității “m” din relația (37).

## 10. LICHIDE DE RĂCIRE – UNGERE -CAPACITATEA DE RĂCIRE-

Folosirea la aşchiera metalelor a lichidelor de răcire - ungere și a unor metode de răcire - ungere eficiente conduce la o mărire a durabilității sculelor, la creșterea productivității muncii, pe seama măririi parametrilor regimului de aşchiere, la îmbunătățirea calității suprafețelor prelucrate, etc.

### 10.1. Proprietățile lichidelor de răcire-ungere

Lichidele folosite în procesul de aşchiere au următoarele proprietăți: de răcire, de ungere, efectul de „aşchiere”, diminuarea formării depunerilor pe tăiș, pasivizarea suprafeței prelucrate, efectul de spălare.

Capacitatea de răcire, ca proprietate a lichidelor de răcire - ungere, datorită evacuării căldurii produse în proces, contribuie la micșorarea temperaturii sculei, a piesei și întregului sistem tehnologic.

Ungerea are un efect favorabil prin reducerea forțelor de frecare interioare și exterioare între aşchie și fața de degajare, precum și între fața de aşezare și suprafața prelucrată. Conținând substanțe capilar active, lichidul de aşchiere își micșorează mult tensiunea superficială și, în contact cu suprafețele active ale piesei și sculei, este atras de acestea cu forțe de adeziune mari, formând pe aceste suprafețe pelicule de adsorbție foarte rezistente la presiuni superficiale mari.

Efectul de „aşchiere” este datorat apariției straturilor monomoleculare de lichid formate în microfisurile dintre elementele de aşchiere pe care le măresc, datorită efectului de pană. În plus, se produce și o oarecare ungere a suprafețelor de alunecare dintre elementele de aşchie reducându-se forța de forfecare.

Diminuarea formării depunerilor pe tăiș este produsă de pelicula de adsorbție, care se opune contactului direct al suprafeței aşchiei cu fața de degajare și, astfel, micșorează sau elimină stagnarea, lipirea sau depunerea pe fața de degajare.

Protejarea suprafeței prelucrate și a mașinii - unelte, sculei și a dispozitivului se datorează formării pe suprafețele metalice a unei pelicule coloidale sau a unui strat foarte subțire de oxid care oprește oxidarea în adâncime. Pentru accentuarea acestui efect, se adaugă aditivi antioxidanți și anticorosivi. Aceștia sunt, de fapt, inhibitori de coroziune care prelungesc perioada de inducție a reacțiilor în lanț corespunzătoare timpului necesar formării peroxidilor (inhibitori de coroziune sunt compuși organici solubili care conțin P și N, combinații alcoolice, fenolice). Acțiunea acestor aditivi se manifestă prin fixarea oxigenului care este, astfel, scos din circuitul prin care se formează oxizii metalului de prelucrat. În general, lichidul de răcire și ungere care aderă pe suprafețele pieselor de prelucrat protejează aceste suprafețe contra coroziunii, în timpul scurs până la prelucrările ulterioare sau montajul pieselor în ansambluri.

Efectul de spălare, conduce la îndepărtarea aşchiilor mici, a prafului metalic etc; se îmbunătățește prin adăugarea de substanțe alcaline în lichidul de ungere - răcire.

În afara acestor cerințe tehnologice, lichidele de răcire și ungere trebuie să asigure și o serie de condiții de utilizare, dintre care menționăm:

- stabilitatea;
- compatibilitatea;
- să nu afecteze organele de etanșare;
- să nu deterioreze stratul de vopsea;
- să nu fie toxice;
- să nu producă miros;
- să nu fumege, spumege;

- pericol de inflamabilitate redus.

*Stabilitatea* emulsiilor este datorată, în primul rând, emulgatorilor ce intră în compoziția uleiului emulsionabil. O mare atenție trebuie acordată pentru evitarea precipitării emulsiilor, cu separarea fazelor. Lucrând cu atenție, acest lucru poate fi detectat în stadiile inițiale, așa încât, uleiul solubil trebuie schimbat înainte de a provoca o ruginire a suprafețelor metalice cu care vine în contact.

Stabilitatea poate fi influențată negativ printr-un proces de preparare incorectă cum este de exemplu turnarea apei în ulei, fără o agitație adecvată, prin amestecarea în proporții greșite, prin utilizarea unei ape dure sau cu emulgator în exces. Separarea uleiului emulsionabil poate fi accelerată de prezența mълului de așchiere care, inițial, este într-o stare chimică activă.

*Imunitate* (compatibilitatea fiziologică). Este recomandabil ca operatorii care sunt alergici la unele lichide de așchiere să evite lucrul în mediul respectiv. Cele mai multe lichide de așchiere nu prezintă pericolul de apariție a dermatitelor dacă se iau măsuri normale de precauție (spălări repetate în timpul pauzelor, salopete curate, evitarea lucrului în cazul existenței unor răni deschise).

În practica folosirii unor produse care pot fi iritante la anumite persoane, este recomandabilă întrebuintarea de creme protectoare care feresc pielea expusă, repetat, la mediul lubrifiant.

*Miros.* Unii constituenți ai lichidelor de așchiere permit dezvoltarea bacteriilor. Unele din aceste bacterii pot fi dăunătoare și, din punct de vedere fiziologic, pot da naștere unui miros neplăcut. Dintre produsele bactericide, se menționează compușii de creozol dar, datorită acțiunii lor iritante s-au dezvoltat și alți compuși care să fie utilizați pentru sterilizare. Mirosul neplăcut este pus în legătură cu dezvoltarea unor bacterii anaerobe, lucru ce se poate evita prin introducerea unui curent de aer prin rezervor sau colector; totuși, aceasta constituie numai o soluție temporară de rezolvare a problemei.

*Toxicitatea.* Unele lichide de așchiere, care permit performanțe superioare de lucru, pot fi, totuși, interzise în industrie, dacă produc inflamații ale organelor respiratorii sau tulburări ale vederii sau a auzului. Tetraclorura de carbon, de exemplu, este foarte eficientă la așchierarea cu viteze mici a oțelului și a fost experimentată pe o scară largă în cercetări de laborator. Deficiența ce o face inutilizabilă este aceea că, în stare de vapori, este inflamabilă intrând în reacție cu oxigenul atmosferic și producând fosgen la temperaturi ridicate.

*Inflamabilitatea.* În ultima vreme, datorită necesității de prelucrare a materialelor piroforice (titanul, uraniul, magneziul) a apărut necesitatea de a evita riscul unor incendii. Pericolul de inflamabilitate prin folosirea unor fracții petroliere este atenuat prin folosirea unor distilate la temperaturi superioare (cu punct de inflamabilitate foarte ridicat) sau a uleiurilor grase, vegetale. Folosirea emulsiilor asigură protecția din acest punct de vedere, bineînțeles exceptând lucrul cu metalele alcaline sau magneziul.

*Fumegarea* depinde de natura lichidului de răcire și ungere, de temperatura zonei de așchiere. Fumegarea cauzează neplăceri, mai ales la uleiurile cu viscozitate mică. Consecințele sunt: vizibilitatea redusă și pericolul de intoxicare a operatorului. În condițiile unei ventilații necorespunzătoare, atmosfera de lucru într-o hală cu un mare număr de mașini poate fi practic insuportabilă. Fumegarea este un fenomen nociv. Ea se poate diminua prin:

- schimbarea mediului lubrifiant cu unul mai puțin volatil;
- reducerea severității operației de așchiere;
- circulația forțată aerului prin contracurenți.

## 10.2. Clasificarea lichidelor de răcire-ungere

În funcție de capacitatea de răcire, ungere sau a efectului de așchiere, lichidele se pot clasifica în:

- *Soluții apoase ale unor electroliți* (apă+inhibitor de coroziune): carbonat de sodiu, silicați de sodiu și de potasiu etc, cu proprietăți de răcire foarte bune;

- *Săpunuri hidrofili* - substanța capilar activă poate fi un săpun hidrofil (pe bază de potasiu, sodiu etc) sau diferiți acizi (naftenic, oleic); drept inhibitori de coroziune se folosesc fosfatul trisodic și sticla solubilă; au proprietăți bune de răcire, ungere și așchiere;

- *Emulsii de tip ulei - apă*, preparate din amestecuri ce emulsionază în mod automat, cuprind apă, substanțe capilar active, uleiuri minerale emulsionabile și inhibitori de coroziune; au proprietăți bune de răcire, ungere și așchiere;

- *Emulsii activate* conțin, în plus, substanțe capilar active cu afinitate mai mare; sunt formate din apă, substanțe capilar active și ulei mineral emulsionabil; adaosul de grafit coloidal în apă mărește proprietățile de ungere; aceste emulsii au proprietăți foarte bune de ungere și așchiere și o bună capacitate de răcire.

Uleiuri pentru procesul de așchiere sunt prezentate în tabelul 1

**Tabelul 1**

Denumirea și documentul de calitate	Scurtă descriere	Domeniul de folosire și proprietățile specifice
<i>Uleiuri emulsionabile</i>		
PEI (A și B) STAS 2598-72	Ulei emulsionabil anticoroziv, constituit din: ulei mineral, componenți tensoactivi și aditivi anticorozivi și pentru protecție între fazele de prelucrare.	Pentru prelucrări prin așchiere: strunjire, frezare, prelucrarea alezajelor. În concentrație de 8÷10% ulei în apă asigură omogenitatea, stabilitatea emulsiei, nu face spumă, nu deteriorează vopseaua.
PE 2 NID 5424-71	Ulei emulsionabil anticoroziv, aditivat pentru extremă presiune: ulei mineral, componenți tensoactivi și aditivi de extremă presiune, antiuzură, anticoroziune, antirugină.	Produs foarte puternic aditivat pentru extremă presiune, antigripaj. Se poate folosi în locul uleiurilor neemulsionabile.
PE 5 EP CS 189-76	Ulei emulsionabil anticoroziv, aditivat pentru extremă presiune: ulei mineral, componenți și aditivi tensoactivi, anticorozivi și chimici activi pentru extremă presiune.	
<i>Uleiuri neemulsionabile</i>		
P 1 CS 157-71	Ulei naftenic pentru presiuni extreme, antiuzură și antirugină.	Honuirea pieselor din fontă. Punct de inflamabilitate ridicat și proprietăți de ungere bună.
PIA1 CS 104-70	Ulei naftenic compoundat și aditivat	Honuirea și rodarea pieselor din oțel. Proprietăți de ungere și spălare bune.
PIA2 CS 105-70	Ulei naftenic compoundat și aditivat pentru presiuni extreme și rugină	Idem pentru piese cromate dure și piese din oțel de mare duritate.
P1B2 CS 156-74	Ulei parafinic rafinat și deparafinat cu aditivi pentru presiuni extreme, antiuzură, detergent.	Mediu de ungere-răcire pentru rectificarea profilată. Viscositatea sa oferă durabilitate sporită sculei așchietoare.
P1 R/S CS 174-75	Ulei naftenic aditivat, detergent-dispersant, pentru presiuni extreme și antispumant.	Superfinisarea inelelor de rulmenți, piese din oțeluri aliate și înalt aliate. Bune proprietăți de spălare și ungere.
P1 L CS 179-76	Ulei naftenic compundat, cu agenți modificatori de frecare	Lepuirea inițială a bilelor de rulmenți. Bune proprietăți de ungere.
P2 A CS 106-70	Ulei naftenic compundat aditivat pentru presiuni extreme, antiuzură, antirugină și detergent dispersant.	Danturare prin frezare, mortezare, broșare. Asigură proprietăți de ungere, este destul de transparent.

Uleiurile minerale și vegetale au proprietăți de ungere foarte bune dar care nu pot depăși pe acelea ale emulsiilor activate.

Uleiurile minerale pot fi simple, activate cu substanțe capilar active, uleiuri cu sulf, compound (cu 5% ulei de ricin) cu sulf, uleiuri cu grafit cu proprietăți de ungere și efect de așchiere foarte bune și proprietăți slabe de răcire.

În prezent, au o mare răspândire lichidele de răcire – ungere sintetice

În tabelul 1, sunt prezentate exemple de uleiuri pentru procesul de așchiere, iar în tabelul 2 domeniul de utilizare a acestora.

**Tabelul 2**

Material prelucrat Operația	Aluminiu și aliaje	Cupru	Alamă moale	Alamă dură, bronz	Nichel și aliaje	Fontă	Oțeluri cu prelucrabilitate			Ter morezistențe înoxidabile
							ridicată	medie	redușă	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Debitare, strunjire, frezare, alezare, burghiere, lărgire	PE1 (5-10%) P1	PE1 (5-10%)	PE1 (5-10%)	PE1 (5-10%)	PE1 (5-10%)	PE2 (5-10%)	PE1 (5-10%) PE2 (5-10%)	PE1 (5-10%) PE2 (5-10%) PE5EP (5%)	PE5EP (5-10%) P4C1	PE5EP (5-10%) P4C1
Rectificare (plană, cilindrică)	PE1 (5%)	PE1 (5%)	PE1 (5%)	PE1 (5%)	PE1 (5%)	PE1 (5%)	PE1 (5%)	PE5EP	PE1(5%) (20-30%)	PE5EP (33-20%)
Prelucrări pe automate	P1	P1 P1B1 P1B2	P1 P1B1 P1B2	PE1 (5-10%)	P1 P1B1 P1B2	PE1 (5-10%)	P4C1 PE5EP (5-10%)	P4C1 (5-10%)	P4C1	P4CI
Danturare	-	-	-	-	-	-	P2A	P2A	P2A	P2A
Broșare	-	-	-	P1B1 P1B2	-	P4C2	P4C2	P4C2	P4C2	P4C2

*Prelucrabilitatea ridicată:* OL 32, OL 34, OL 37, OL 42, OL 44, OL 50, OL 60, OL 70, OLC 55 A, OLC 65 A, AUT 12, 20, 30, 49M, OP 25, OLT 35,45,65, OT 40, MoCrNi 15 etc;

*Prelucrabilitate medie:* OLC 60, 15, Cr o 8, 13 CrNi 35, 40 Cr 10, 40 BCr 10, 33 MoCr 11, 41 MoCr 11, 50 VCr 11, 34 MoCrNi 14, 30 MoCrNi 20, 38 MoCrA10 9, 41 CrNi 12, 18 CrNi 20, RCB 52, 17 MoNi 35, 17 CrNiMo 6, 35 Mn 14, 44 Mn 11, 43 MoMn 16, OSC 7, 8, 8M 10, 11, 13;

*Prelucrabilitate redusă:* 18 MnCr 10, 21 MoMnCr 12, 18 MoCrNi 13, 21 TiMnCr 12, 28 TiMnCr 12, 35 Mn 16, 35 MnSi 12, 65 Mn 10, RUL 1, 2, 1 V, 2 V, MoVC 30, MoVC 50, 13, MoWC 53, VSCW 20, VCW 85, 20 MoCrNiO 6, 20 Mn 10, 65 2 SW, 40 VMoMnCrO 7, 34 MoCrNi 15, 45 SiCr 85, 12 Cr 130, 8(Ti)Cr 170, 51 VCr 11A, 80 Si 15 A, 12 NiCr 180, 10 TiNiCr 180, 10 TiMoNiCr 175, 15 SiNiCr 250, Rp 1,2, 3, 5, 9, 10 etc.

# 11. LICHIDE DE RĂCIRE – UNGERE -CAPACITATEA DE UNGERE-

## 11.1. Bazele fizice ale procesului de ungere la aşchiere

Au fost prezentate proprietăţile fluidelor (mediilor) de aşchiere. Dintre acestea, o deosebită importanţă o are capacitatea de ungere.

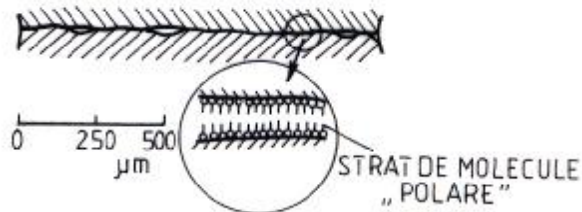


Fig. 11.1. *Straturi monomoleculare de fluid*

sunt separate de un strat de fluid de o grosime definită și suficient de mare pentru a împiedica contactul efectiv între cele două suprafețe. O astfel de situație nu este posibilă decât în zonele de contact aşchie sculă sau sculă piesă în care presiunile de contact sunt mici.

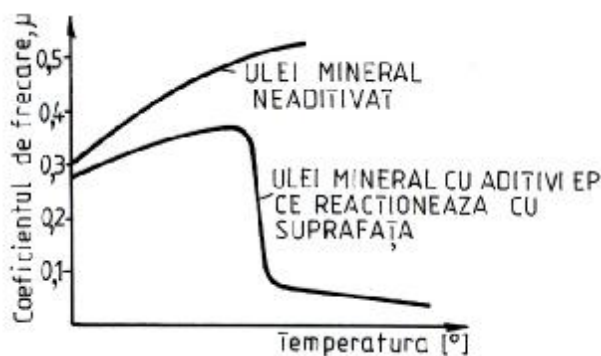


Fig. 11.2. *Coeficientul de frecare*

Când legăturile dintre moleculele de fluid și ale metalului de bază sunt de tipul Van der Waals legătura este de tipul adsorbție, iar în cazul unor legături chimice (cu schimb de electroni) legătura este de tipul chemisorbție, figura 11.3.

Moleculele “polare” au o sarcină limită (forță de desprindere) mare, putând micșora mult frecarea și, deci, uzura suprafețelor în contact.

Creșterea numărului de molecule “polare” în fluidele de aşchiere se face prin introducerea în compoziție acestora a uleiurilor grase și a compușilor organici reactivi care conțin în molecule lor sulf, clor, fosfor sau azot, cunoscuți sub denumirea de aditivi pentru presiuni extreme (EP).

La aşchiere, suprafețele metalului prelucrat și a aşchiei se află într-o stare de reactivitate extremă, având în vedere temperatura și presiunea din zona de aşchiere.

În acest fel, pe suprafața metalică, se formează compuși metalici, evitându-se un contact efectiv metal – metal chiar în cazul frecării limită. În general, rezistența la forfecare a compușilor metalici este mult inferioară metalului de bază, lucru ce conduce la o importantă micșorare a forțelor de frecare.

Compușii pe bază de clor și sulf (cloruri și sulfuri de fier) conduc la micșorări ale rezistențelor la forfecare cuprinse între 50% - 80% din rezistența fierului pur.

Temperatura din zona de aşchiere influențează substanțial coeficientul de frecare, figura 11.4, ca urmare a variației proprietăților fizice ale compușilor intermetalici.

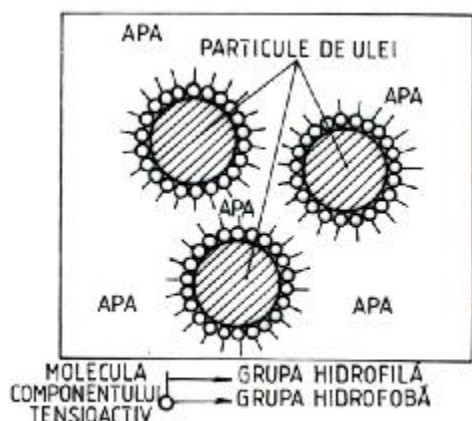
Lubrifierea suprafețelor în contact la aşchiere (sculă - piesă și aşchie - sculă) se poate realiza, în funcție de condițiile de lucru, în regim hidrodinamic cu film continuu, frecare semilichidă și frecare limită.

În regimurile de ungere hidrodinamice, suprafețele în alunecare,

În zona formării aşchiei, în imediata apropiere a muchiei de aşchiere, presiunile foarte mari și temperatura ridicată conduc la ruperea peliculei de fluid, ajungându-se la contacte cu frecare semilichidă și frecare limită.

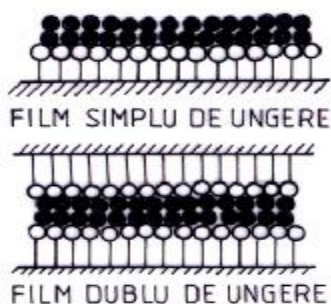
În aceste situații, eficacitatea lubrifiantului depinde de onctuozitatea sa, deci, de capacitatea moleculelor de a se atașa fizic sau chimic la suprafețele metalice (prin mecanisme de adsorbție sau chemisorbție).

Este evident faptul că, producerea reacțiilor chimice necesită un timp determinat și, din această cauză, la vitezele mari de așchiere, când timpul de contact scade, eficacitatea acțiunii aditivilor se reduce.



**Fig. 11.3. Particule de ulei în emulsii**

compenți tensioactivi și stabilizatori antispumanți și agenți bacteriostatici.



**Fig. 11.4. Straturi de ungere**

tensioactivi care conțin două grupe moleculare – grupa hidrofilă (orientabilă spre faza apă) și grupa hidrofobă (orientabilă spre faza ulei), figura 11.3.

Aceste molecule adsorbite pe suprafețele de separație apă – ulei micșorează tensiunea de interfață și favorizează formarea emulsiei. Se formează, astfel, o suprafață de separație continuă a picăturilor de ulei față de apă, împiedicând alipirea acestora datorită fenomenului de polarizare de același semn a tuturor picăturilor.

O proprietate importantă a unui ulei emulsionabil este viteza de emulsionare în apă și capacitatea de a menține stabilă emulsia formată. Gradul de duritate al apei folosite poate fi uneori determinant în formarea emulsiilor. Emulgatorul trebuie să îndeplinească condițiile:

- să fie total solubil în uleiul mineral (faza internă);
- să aibă o constituție polară caracterizată prin existența unor grupe hidrofile (ferofile) și hidrofobe.

Particulele de ulei polarizate, înconjurate de stratul de substanță tensioactivă aderă la suprafața metalică datorită caracterului ferofil al grupărilor hidrofile, formând urmând un film de ungere pe suprafețele metalice, figura 11.4. Aderența și elasticitatea acestui strat adsorbit sunt proprietățile principale ce trebuie asigurate de emulgator.

Compenți tensioactivi sunt anionici sau cationici după cum, la disociere, în soluție apoasă formează anioni sau cationi care constituie factorii determinanți ai activității de suprafață.

*Uleiurile minerale neemulsionabile* destinate operațiilor de așchiere (simple, compoundate sau aditivate EP cu compuși organici, conținând sulf, clor sau fosfor) sunt utilizate la operațiile la care cerințele de ungere sunt superioare celor de răcire.

Acestea sunt în general uleiuri naftenice sau parafinice, cu indici de viscozitate mai mari. Ca aditivi se folosesc pe scară largă: grăsimi sulfurizate cu 8 –14% sulf inactiv și liber, grăsimi sulfoclorofosforate, polisulfuri cu 15 – 30% sulf activ, parafine clorurate 12 – 60% clor.

*Uleiurile emulsionabile*, care constituie baza emulsiilor tehnologice utilizate în așchiere, sunt alcătuite din amestecuri de ulei mineral, de emulsie, aditivi anticorrosivi, antioxidanți

Orice emulsie este un sistem compus din două faze parțial miscibile sau nemiscibile, cu una din faze în stare dispersă în cealaltă. Fazele apă și ulei pot forma emulsii de tipurile “apă în ulei” sau “ulei în apă”. Numai tipul “ulei în apă” se poate dilua cu apă .

La așchiere, se folosesc emulsii de tipul “ulei în apă”, faza dispersă a emulsiei constituind-o uleiul (faza internă), apa constituind faza externă a emulsiei.

Formarea emulsiei stabile presupune existența în aceasta și a unei substanțe numită emulgator.

Emulgatorul este constituit din compenți

Compoziții tensioactivi anionici sunt: săpunurile care reprezintă sărurile de sodiu, potasiu amoniu ale acizilor carboxilici din seria grăsimilor, acizii naftenici saponificați, esterii sulfonici, tiosulfații, fosfații, pirofosfații organici.

O emulsie stabilă se obține pentru o concentrație de 15% emulgator în uleiul emulsionabil, emulsia având în acest caz un aspect lăptos. Creșterea proporției de emulgator în ulei conduce la formarea de emulsii cu dispersii mai mari – emulsia având un aspect opalescent.

La concentrații de 50% emulgator în uleiul emulsionabil, emulsia este transparentă.

Stabilitatea emulsiilor este determinată și de pH-ul acestora. În mod normal se impune un  $\text{pH} < 7$ , emulsia nu mai este stabilă.

## 11.2. Prepararea emulsiilor

- se apreciază că la prepararea emulsiilor cele mai bune rezultate se obțin cu apă dedurizată;
- prepararea se face prin agitare mecanică a amestecului ulei – apă introducându-se uleiul în apă;
- se preferă apa încălzită la  $30^{\circ}\text{C}$ ;
- durata de utilizare a emulsiilor cu adaosuri bactericide poate atinge șase luni;
- nu se recomandă utilizarea emulsiei în rezervoarele mașinii - unelte;
- înlocuirea emulsiei se face când se constată:
  - Ø impurificarea;
  - Ø degradarea biologică;
  - Ø spumarea puternică;
  - Ø apariția de coroziuni ale elementelor mașinii unelte.

## Partea a II-a. PROCEDEE DE PRELUCRARE

### 12. RABOTAREA

Rabotarea este procedeul de prelucrare prin aşchiere la care mişcarea principală – rectilinie alternativă – este executată de către semifabricat sau sculă. Aşchiera are loc, numai într-un singur sens, al mişcării principale, la cursa activă ( $C_a$ ), iar mişcarea de avans se realizează, intermitent, la capătul cursei inactive ( $C_g$ ). Ambele mişcări se desfăşoară în plan orizontal.

În vederea protejării tăişului şi calităţii suprafeţei prelucrate, scula se ridică de pe piesă în timpul cursei de retragere.

Se pot genera suprafeţe plane orizontale, verticale sau înclinate, profilate, etc, în funcţie de direcţia mişcării de avans, folosind scule aşchietoare simple.

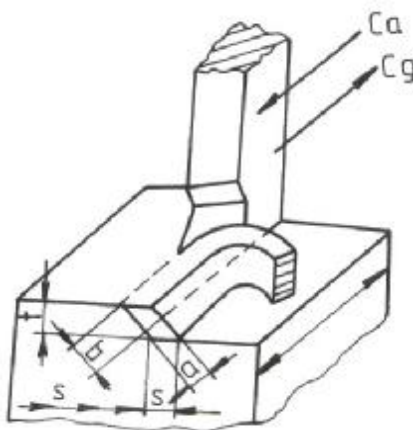


Fig. 12.1. Principiul de lucru

La prelucrarea pe şepinguri (maşini de rabotat cu cap mobil), figura 12.1, scula execută mişcarea principală de aşchiere iar semifabricatul – fixat pe masa maşinii – realizează mişcarea intermitentă de avans.

Suprafeţele plane sau profilate, de tipul ghidajelor batiurilor de la maşinile - unelte, carcase, blocuri de motoare etc se prelucrează pe maşini - unelte de rabotat cu semifabricatul fixat pe masa mobilă, avansul fiind realizat de către sculă.

#### 12.1. Stabilirea elementelor regimului de aşchiere

Parametrii regimului de aşchiere la rabotare se aleg în funcţie de natura materialului de prelucrat şi a sculei, astfel încât să asigure calitatea şi precizia suprafeţelor, în condiţiile unei productivităţi maxime a operaţiei, în ordinea  $t$ ,  $s$ ,  $v$ .

Elementele secţiunii de aşchiere: grosimea şi lăţimea aşchii se stabilesc în funcţie de natura operaţiei (degroşare sau finisare).

La prelucrările de degroşare, se preferă aşchiera cu secţiuni de aşchie relativ mari, dacă rigiditatea sistemului tehnologic este suficient de mare, deoarece vitezele de aşchiere la rabotare sunt reduse. În acest caz, mărimea adâncimii de aşchiere,  $t$ , este egală cu adaosul de prelucrare sau la valori de până la 10 mm, pentru maşinile – unelte de rabotat mijlocii.

La finisare, în scopul obţinerii unei rugozităţi corespunzătoare, se vor folosi cuţite late de finisare, lucrând cu adâncimi de aşchiere între 0,2...1,0 mm.

Avansul,  $s$ , măsurat în milimetri pe cursă dublă (mm/cd), se defineşte ca fiind distanţa între două poziţii consecutive ale cuţitului, raportată la o cursă, măsurată perpendicular pe direcţia de aşchiere.

Orientativ, mărimea avansului, în cazul operației de degroșare cu cuțite obișnuite, se poate lua între limitele 0,2...1,2 mm/c.d.

La finisare, în cazul așchierii cu cuțite late, mărimea avansului se va lua de 0,2...0,5 din lățimea tăișului.

Viteza de așchiere,  $v$ , este viteza pe traiectoria mișcării de așchiere (viteza unui punct al tăișului sculei în raport cu suprafața piesei).

Stabilirea vitezei economice de așchiere la rabotarea longitudinală se face cu relația

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ [m/min]} \quad (43)$$

în care:  $C_v$ ,  $T$ ,  $t$ ,  $s$ ,  $K_v$ ,  $m$ ,  $x_v$ ,  $y_v$  sunt notații cu semnificații similare ca la strunjire, vezi și tabelele 1, 2 și 3.

Viteza economică de așchiere poate fi aleasă din tabele sau nomograme, construite pe baze experimentale.

Vitezele de așchiere, folosite în mod curent la rabotare, variază între 10 și 30m/min.

Numărul de curse duble necesar va rezulta

$$n_{c.d.} = \frac{1000 \cdot v}{2 \cdot L_c} \text{ [c.d./min]} \quad (44)$$

în care  $L_c$  este lungimea cursei, în mm

## 12.2. Posibilitățile de generare a suprafețelor prin rabotare

*Generarea suprafețelor plane orizontale și verticale* se realizează cu cuțite drepte sau încovoiate. Generatoarea este o curbă realizată pe cale cinematică, sau prin materializare (pentru suprafețe de lățime mică).

*Generarea suprafețelor profilate* se poate face prin două metode:

- prin copiere după șablon (generatoare cinematică), figura 12.2, acționarea făcându-se hidraulic sau electric;
- prin rabotare cu cuțite profilate (generatoare materializată), figura 12.3.

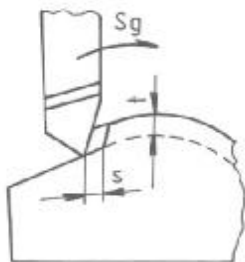


Fig. 12.2. Generatoare cinematică

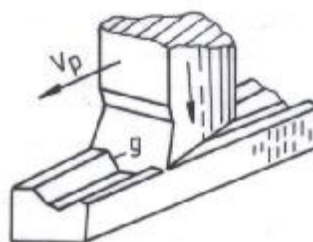


Fig. 12.3. Generatoare materializată

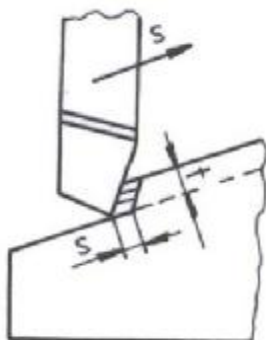


Fig. 12.4. Rabotarea suprafețelor înclinate

Generarea suprafețelor plane înclinate se realizează prin rotirea saniei port - cuțit, astfel ca direcția de avans a cuțitului să fie paralelă cu suprafața prelucrată, figura 12.4. Generatoarea este realizată pe cale cinematică.

Generarea canalelor de pană exterioare deschise se realizează cu ajutorul cuțitelor cu cap îngustat (generatoare materializată), a căror lățime a tășului principal trebuie să fie egală cu lățimea canalului. Canalele a căror lățime este mai mare decât lungimea tășului cuțitului se fac din mai multe treceri.

Generarea canalelor în formă de T se realizează, figura 12.5, în mai multe etape folosind cuțite de mai multe tipuri.

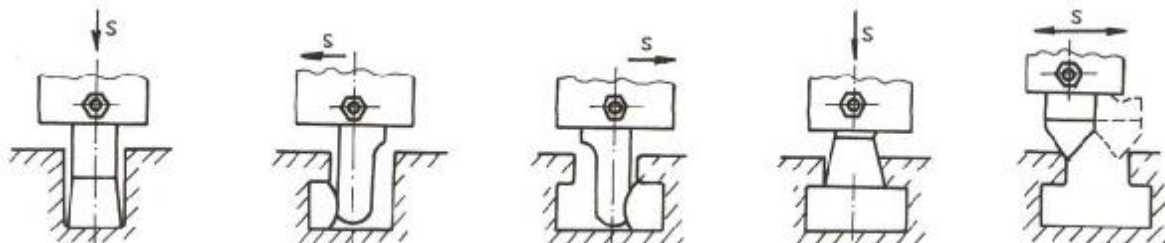


Fig. 12.5. Generarea canalelor T

În toate situațiile prezentate, directoarea este cinematică (de formă rectilinie).

Avansuri pentru degrosare [mm/cd]

Tabelul 1

Material prelucrat	Materialul sculei		Adâncimea de așchiere [mm]						
			2,5	3	4	5	8	10	12
Oțel	Oțel rapid	$\chi=45$	1,40	1,32	1,25	1,18	1,0	0,95	0,9
		$\chi=75$	0,70	0,66	0,63	0,59	0,5	0,48	0,45
Fontă cenușie	Oțel rapid	$\chi=45$	2,2	2,1	2,0	1,9	1,65	1,5	1,4
		$\chi=75$	1,1	1,0	0,98	0,95	0,81	0,75	0,7

Avansuri pentru finisare, pe șepinguri

Tabelul 2.

Material de prelucrat	Rugozitatea suprafeței Ra [ $\mu$ m]	Raza de rotunjire $r_\epsilon$ a vârfului [mm]		
		1	2	3
Oțel și fontă	12,5	0,3 – 0,45	0,40 – 0,55	0,55 – 0,66
	6,3	0,1 – 0,16	0,15 – 0,28	0,15 – 0,35

Valorile constantei Cv și ale exponenților m, xv, yv

Tabelul 3

Materialul de prelucrat	Felul prelucrării	Materialul sculei	Valori			
			Cv	m	xv	yv
Fontă cenușie	Plană	Oțel rapid	39,2	0,10	0,15	0,40
		Carburi met.	16,2	0,20	0,15	0,40
	Canale	Oțel rapid	19,5	0,15	0	0,40
Oțel	Plană	Oțel rapid	61,1	0,12	0,25	0,66
	Canale		20,2	0,25	0	0,66
Aliaje de cupru	Plană	Oțel rapid	1,67	0,23	0,12	0,50

## 13. MORTEZAREA

La mortezare, spre deosebire de rabotare, mișcarea principală (rectilinie alternativă) este executată în plan vertical de către sculă, iar mișcarea de avans (intermitentă) se efectuează, la capătul fiecărei curse inactive a sculei, de către semifabricat.

Prin mortezare, se pot genera suprafețe verticale plane, cu profiluri curbilunii, canale de pană, caneluri și danturi interioare sau exterioare etc.

Simplitatea construcției sculei și solicitarea convenabilă (compresiune) a acesteia, precum și folosirea meselor rotitoare prevăzute cu dispozitive de divizare, oferă mai largi posibilități de lucru la mortezare, față de rabotare, deși procesele efective de formare așchii sunt similare.

### 13.1. Regimul de așchiere

Parametrii tehnologici  $t$  și  $s$  care determină elementele secțiunii de așchie (grosimea a și lățimea  $b$ ), se stabilesc, ca și în cazul rabotării, în funcție de natura operației.

Mărimea avansului  $s$ , în mm/cd, la mortezarea cu scule din oțel rapid, se stabilește în funcție de natura materialului de prelucrat și adâncimea de așchiere, pentru diferite operații de mortezare, din tabelul 1.

Viteza economică de așchiere se calculează cu relația generală

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \quad [\text{m/min}] \quad (45)$$

în care valorile coeficientului  $C_v$  și ale exponenților  $m$ ,  $x_v$  și  $y_v$ , la mortezarea cu scule din oțel rapid, sunt date în tabelul 1. În toate cazurile, durabilitatea se consideră  $T=240$  min. Numărul de curse duble  $n_a$ , ales pentru lucru, va fi egal sau mai mic decât numărul  $n$  de curse duble calculat

$$n = \frac{1000v}{2L_c} \quad [\text{curse duble/min}] \quad (46)$$

unde:  $v$  este viteza economică, în m/min;

$L_c$  este lungimea cursei mișcării principale, în mm.

### 13.2. Posibilități de generare a suprafețelor prin mortezare

Generarea suprafețelor plane pe mașini de mortezat, figura 13.1.a, se folosește în cazul pieselor scurte care nu pot fi executate pe alte mașini - unelte, sau atunci când utilizarea altui procedeu ar fi nerentabilă din punct de vedere economic. Se pot genera suprafețe plane verticale și înclinate.

Generarea canalelor de pană și a canelurilor se realizează cu ajutorul cuțitelor cu cap îngustat (generatoare materializată), figura 13.1.b. Rotirea precisă a piesei în vederea mortezării canelurilor se realizează prin folosirea dispozitivelor de divizare.

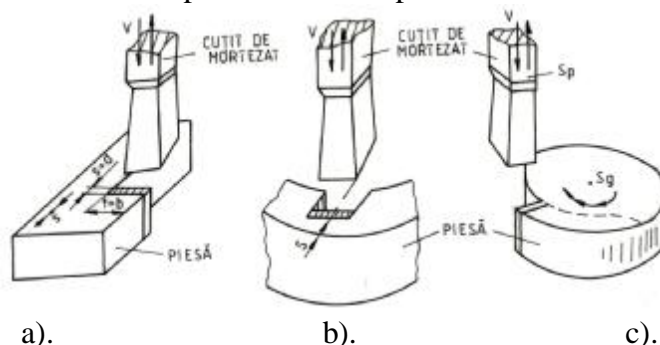


Fig. 13.1. Generarea suprafețelor prin mortezare

Generarea suprafețelor profilate se poate realiza în funcție de situație, cu cuțite simple prin corelarea mișcărilor de avans efectuate de masa mașinii, figura 13.1.c (generatoare cinematică) sau cu cuțite profilate care execută mișcarea principală (generatoare materializată).

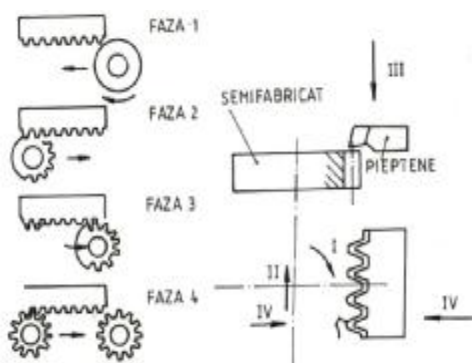
O situație aparte o constituie generarea prin rulare cu cuțit - pieptene este una din metodele de prelucrare a roților dințate cilindrice cu dinți drepecți și înclinați prin procedeul mortezării – cremaliera sculă și semifabricatul de prelucrat, în timpul prelucrării, rulează pe planul și respectiv pe cilindrul de rulare aferente.

În vederea generării flancului dintelui semifabricatului, este necesar ca mișcarea de rotație I a acestuia să fie corelată cu mișcarea de translație II a cremalierii.

Problema care se impune a fi rezolvată în acest caz este aceea că, impunându-se forma suprafeței  $\Sigma$  a flancului dintelui de prelucrat să se determine, pe baza teoriei înfășurării suprafețelor, forma flancurilor dinților sculei cremalierii – S.

### Cinematica principală

Generarea danturilor prin mortezare cu cuțite - pieptene, se face pe mașini de tipul Maag și Parkinson, figura 13.2.



**Fig. 13.2** Generarea suprafețelor prin rulare

Semifabricatul rulează pe planul de rulare al unei cremalierii generată prin mișcarea III a sculei (mișcarea principală de așchiere). Translația și rotația semifabricatului (mișcările II și I) sunt corelate între ele, cu respectarea condiției de rulare (rostogolire fără alunecare pe axoidele asociate sculei și semifabricatului)

Deoarece lungimea sculei (a cremalierii) este limitată (pieptenele nu poate fi executat întotdeauna cu lungimea egală cu lungimea cercului de rulare a semifabricatului) procesul de prelucrare se întrerupe, semifabricatul se reîntoarce în poziția inițială, fără a se roti, după

care se reia mișcarea de rulare, vezi fazele 1...4. Pe timpul readucerii semifabricatului în poziția inițială, mișcarea III de așchiere încetează. Pentru prelucrarea dintelui pe întreaga înălțime este necesară și o mișcare de pătrundere IV, în sens radial față de semifabricat.

### Regimuri de lucru la mortezare

**Tabelul 1**

1. Prelucrarea de degroșare a suprafețelor plane				
Materialul de prelucrat	Secțiunea sculei mm <sup>2</sup>	Adâncimea de așchiere t, mm, până la		
		3	5	8
		Avansul s, mm/cursă dublă		
Oțel	16x25	1,2÷1,0	0,7÷0,5	0,4÷0,3
	20x30	1,6÷1,3	1,2÷0,8	0,7÷0,5
Fontă	16x25	1,4÷1,2	1,2÷0,8	1,0÷0,6
	20x30	1,8÷1,6	1,6÷1,3	1,4÷1,0
2. Prelucrarea de finisare a suprafețelor plane				
Calitatea suprafeței R <sub>a</sub> , mm	Materialul de prelucrat	Raza de rotunjire r <sub>e</sub> , a vârfului, mm		
		1,0	2,0	3,0
		Avansul s, mm/cursă dublă		
12,5	Oțel și fontă	0,7÷0,9	1,0÷1,2	1,2÷1,5
6,3	Oțel	0,25÷0,4	0,5÷0,7	0,7÷0,9
	Fontă	0,35÷0,5	0,6÷0,8	0,9÷1,0

3. Prelucrarea canalelor					
Materialul de prelucrat	Lungimea canalului, mm până la	Lățimea canalului, b mm, până la			
		5	8	10	12
		Avansul s, mm/cursă dublă			
Oțel	100	0,10÷0,12	0,11÷0,13	0,12÷0,15	0,14÷0,18
	200	0,07÷0,10	0,09÷0,11	0,10÷0,12	0,11÷0,13
Fontă	100	0,18÷0,22	0,20÷0,24	0,22÷0,27	0,25÷0,30
	200	0,13÷0,15	0,16÷0,18	0,18÷0,21	0,20÷0,24

Valorile coeficientului  $C_v$  și ale exponenților  $m$ ,  $x_v$ ,  $y_v$ , la mortezarea cu scule din oțel rapid

**Tabelul 2**

Material de prelucrat	Felul prelucrării	Coeficient și exponent			
		$c_v$	$m$	$x_v$	$y_v$
Oțel cu $\sigma_r=65\text{daN/mm}^2$	plană canale	13,7	0,12	0,26	0,66
		19,2	0,25	0	0,66
Fontă cenușie cu HB=190	plană canale	14,8	0,1	0,16	0,40
		18,5	0,15	0	0,40

## 14. STRUNJIREA

Strunjirea (figura 14.1) este procedeul de prelucrare prin aşchiere care se realizează prin combinarea mişcării principale de rotaţie executată, de semifabricat cu mişcarea de avans rectilinie sau curbilinie, realizată de sculă.

Cele două mişcări se desfăşoară simultan iar ca rezultat se generează suprafeţe de rotaţie (cilindrice, conice, profilate etc.), elicoidale (filete) sau plane, în funcţie de direcţia mişcării de avans faţă de axa de rotaţie a piesei.

Ca urmare a combinării mişcării principale a semifabricatului cu mişcările de avans (longitudinal şi transversal) ale cuţitului, la strunjire se pot genera următoarele forme de suprafeţe de revoluţie:

- cilindrice exterioare şi interioare – de regulă, cu avans longitudinal;
- frontale – în mod curent, cu avans transversal;
- conice – cu avans după o direcţie înclinată faţă de axa piesei.

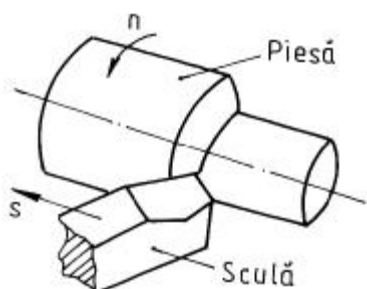


Fig. 14.1. **Principiul generării**

Utilizarea unor dispozitive speciale face posibilă strunjirea şi a altor forme a suprafeţelor de revoluţie:

- sferice, figura 14.2, unde mişcarea de avans a cuţitului în planul axial al semifabricatului este circulară;

- profilate, prin deplasarea simultană a cuţitului în direcţie longitudinală şi transversală, rezultând o traiectorie corespunzătoare profilului piesei. Coordonarea mişcărilor de avans pe cele două direcţii se realizează prin şabloane sau în comandă numerică;

- poligonale, dacă se imprimă sculei, cu ajutorul unor dispozitive speciale, pe lângă mişcarea de avans longitudinal şi o mişcare radială, efectuată după o anumită lege, corelată cu mişcarea de rotaţie; se pot obţine *piese cu secţiune ovală, pătrată etc*, cât şi detalonarea suprafeţelor de aşezare ale dinţilor unor scule aşchietoare, figura 14.3.

### 14.1. Parametrii regimului de aşchiere

Stabilirea regimului de aşchiere, în funcţie de forma şi dimensiunile semifabricatului, precizia şi rugozitatea suprafeţelor finite, caracteristicile mecanice ale materialului prelucrat, materialul şi parametrii geometrici ai sculei etc., constă în determinarea valorilor parametrilor ( $t$ ,  $s$ ,  $v$ ).

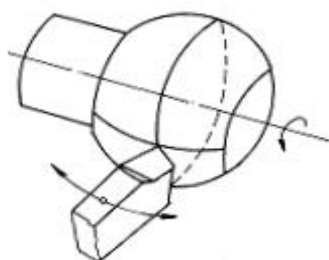


Fig. 14. 2. **Strunjire sferică**

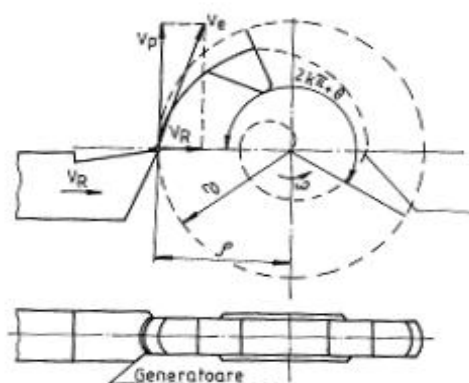


Fig. 14. 3. **Strunjire de detalonare**

Creşterea productivităţii operaţiei de degroşare este mai avantajos să se obţină prin mărirea secţiunii de aşchiere, decât prin mărirea vitezei de aşchiere; fapt ce impune, mai întâi, alegerea secţiunii aşchiei şi apoi a vitezei de aşchiere.

Adâncimea de aşchiere (t), definită ca mărimea tăişului principal, aflat în contact cu piesa de prelucrat, măsurată pe o direcție perpendiculară la planul de lucru, se calculează cu relația  $t = \frac{D-d}{2}$  în care: D – este diametrul semifabricatului;

d – diametrul piesei după strunjire.

La prelucrările de degroșare, adâncimea de aşchiere se poate lua egală cu adaosul de prelucrare (o singură trecere) dacă puterea mașinii unelte și rigiditatea sistemului tehnologic sunt suficiente. În caz contrar, adaosul de prelucrare A se divide în câteva treceri (i):  $t = \frac{A}{i}$ .

Avansul (s) este mărimea cursei de avans a sculei, raportată la o rotație completă a piesei, măsurată în planul de lucru, perpendicular pe direcția principală.

La strunjirea de degroșare, mărimea avansului depinde de diametrul semifabricatului, adâncimea de aşchiere, caracteristicile mecanice ale materialului prelucrat și rigiditatea sculei (exemple de recomandări în tabelele 1 și 2).

Viteza de aşchiere (v), este viteza, la un moment dat, pe direcția mișcării principale, a unui punct de aşchiere considerat pe tăişul sculei, în raport cu suprafața piesei.

Stabilirea vitezei economice de aşchiere se face cu relația generală

$$v_{ec} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ [m/min]} \quad (47)$$

în care:

$C_v$  este un coeficient dependent de materialul prelucrat și cel al sculei aşchietoare, determinat empiric;

T – durabilitatea sculei aşchietoare, în minute;

m – exponentul durabilității;

t – adâncimea de aşchiere, mm;

s – avansul, mm/rot;

$x_v, y_v$  – exponenții adâncimii și avansului, determinate empiric; (vezi tabelele 2 și 3)

Turația economică  $n_{60}$  a piesei va fi

$$n_{ec} = \frac{1000 \cdot v_{ec}}{\pi \cdot D} \text{ [rot/min]}$$

unde D este diametrul piesei strunjite în mm; deoarece sistemul de reglare în trepte de turații al lanțului cinematic nu permite realizarea valorii  $n_{ec}$ , se alege, pentru lucru, prima turație, inferioară  $n_r$ , apropiată celei calculate.

Valori ale durabilității cuțitelor de strung, in minute

**Tabelul 1**

Secțiunea cuțitului			Materialul de prelucrat			
Rotundă	Pătrată	Dreptunghi	Oțel și fontă maleabilă		Fontă cenușie	
Dimensiuni, mm			Materialul sculei			
d	h x h	h x b	Oțel rapid	Carb. metalice	Oțel rapid	Carb. metalice
16	16 x 16	16 x 10	60	90	60	90
.	.	.			90	120
32	32 x 32	32 x 20				
40	40 x 40	40 x 25	75	120	105	150
50	50 x 50	50 x 32				
63	63 x 63	63 x 40				

Valorile exponentului durabilități,  $m$

Tabelul 2

Materialul de prelucrat	Tipul sculei	Condițiile prelucrării	Materialul părților așchietoare a sculei		
			Oțel rapid	Carburi metalice	
				Grupa K	Grupa P
Oțel și fontă maleabilă	Cuțit normal frontal de strunjit interior	Cu răcire	0,125	0,15	0,125
		Fără răcire	0,1	0,15	0,125
	Cuțit de canelat și retezat	Cu răcire	0,25	0,15	-
		Fără răcire	0,20	0,15	-
Fontă cenușie și aliaje Cu.	Cuțit normal și de interior	Fără răcire	0,1	0,2	-
	Cuțit de retezat și canelat	Fără răcire	0,15	0,3	-
Aliaje de Al și Mg	Toate tipurile	Cu și fără răcire	0,3	0,3	-

Valori ale coeficienților  $C_v$  și ale exponenților  $x_v$  și  $y_v$

Tabelul 3

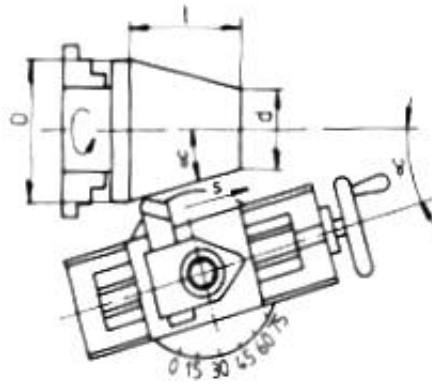
Materialul părții așchietoare a sculei	Materialul de prelucrat	Avansul $s$ [mm/rot]	Condiții de prelucrare					
			Cu răcire			Fără răcire		
			$C_v$	$x_v$	$y_v$	$C_v$	$x_v$	$y_v$
Oțel rapid pentru scule	Oțel și aliaje de Al și Mg.	$s \leq 0,25$	96,2	0,25	0,33	52,5	0,25	0,50
		$s > 0,25$	60,8	0,25	0,66	42,0	0,25	0,60
	Fontă cenușie și aliaje de cupru	semifinisare	-	-	-	34,2	0,15	0,30
		degroșare	-	-	-	32,4	0,15	0,40
Carburi metalice din grupa de utilizare K10	Fonte și aliaje de cupru	$s \leq 0,3$	133	0,22	0,40	126	0,22	0,40
		$s > 0,3$	123	0,22	0,50	112	0,22	0,50
Carburi metalice din grupa de utilizare P10	Oțel și aliaje de Al și Mg	$s \leq 0,3$	257	0,18	0,20	242	0,18	0,20
		$s = 0,3 \dots 0,75$	294	0,18	0,35	267	0,18	0,35
		$s > 0,75$	285	0,18	0,45	259	0,18	0,45

## 14.2. Strunjirea suprafețelor conice pe strungurile universale

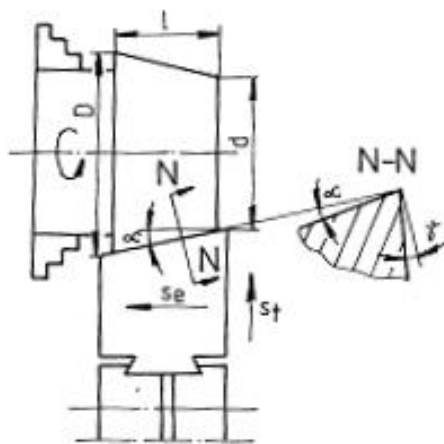
Strunjirea suprafețelor conice se poate realiza în funcție de lungimea piesei, mărimea conicității și suprafața pe care se execută (exterioară și interioară), prin următoarele metode:

- cu cuțite late (generatoare materializată);
- prin rotirea saniei port-cuțit și prin deplasarea transversală a vârfului păpușii mobile (generatoare cinematică);
- cu ajutorul dispozitivului de copiat (generatoare programată).

În toate situațiile, directoarea este cinematică.



**Fig. 14.4. Rotirea saniei port – cuțit**



**Fig. 14.5. Strunjire cu cuțit profilat**

Strunjirea conică cu ajutorul cuțitelor profilate, figura 14.5, poate fi utilizată atât la prelucrarea suprafețelor exterioare, cât și a celor interioare, folosind avansul longitudinal sau transversal, cu condiția ca lungimea tăișului să nu depășească 20÷25 mm. În caz contrar, pot apărea vibrații, datorită creșterii forței de respingere (radială),  $F_y$ .

Strunjirea conică prin rotirea săniei port-cuțit se realizează prin înclinarea plăcii ce susține sania port - cuțit cu unghiul de înclinare  $\alpha$  al generatoarei conului de prelucrat, figura 14.4. Valoarea unghiului  $\alpha$  se poate calcula cu relația

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D-d}{2l} \quad (48)$$

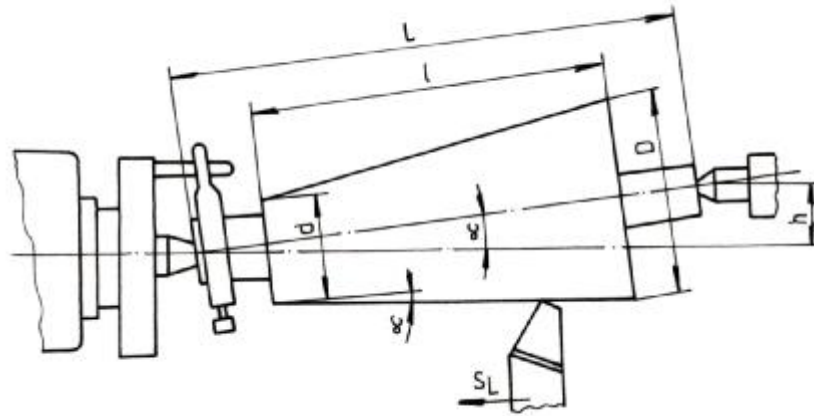
în care:

D este diametrul mare al conului prelucrat, mm;

d – diametrul mic al conului, mm;

l – lungimea conului, mm.

Metoda permite prelucrarea suprafețelor conice exterioare și interioare prin deplasarea, cu avans manual a săniei port - cuțit, în lungul generatoarei conului.



**Fig. 14.6. Deplasarea vârfului păpușii mobile**

Lungimea generatoarei conului nu trebuie să depășească posibilitatea de deplasare a săniei port – cuțit; lipsa avansului mecanic face ca metoda să fie neproductivă.

Strunjirea conică prin deplasarea transversală a vârfului păpușii mobile, figura 14.6, este folosită la prelucrarea pieselor de lungimi mari cu înclinații ce nu depășesc  $8 \div 10^\circ$ .

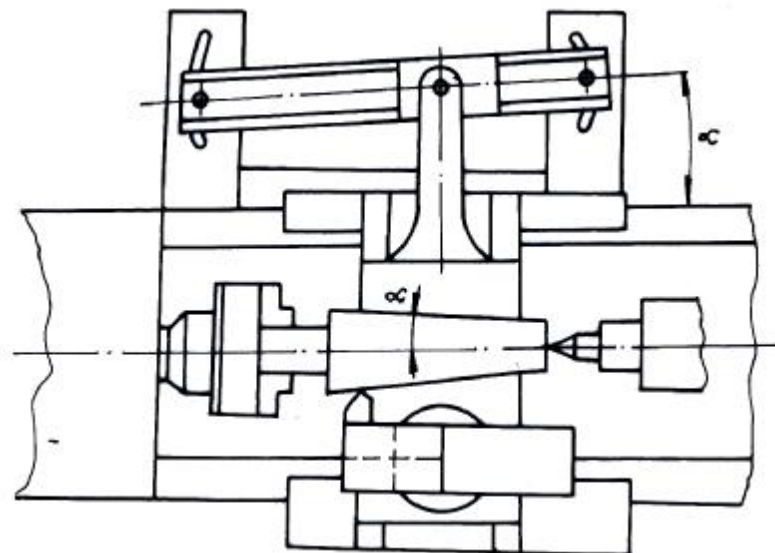
Deplasarea vârfului păpușii mobile, cu cota  $h$  față de axa vârfului strungului (paralelă cu ghidajele longitudinale) permite ca direcția mișcării de avans longitudinal al cuțitului să rămână paralelă cu generatoarea conului de prelucrat, făcând astfel posibilă folosirea avansului mecanic.

Mărimea  $h$  se calculează cu relația

$$h = \frac{L}{l} \cdot \frac{D-d}{2} \cos \alpha \quad [\text{mm}] \quad (49)$$

în care:  $L$  este lungimea totală a piesei, în mm;

$D$ ,  $d$ ,  $l$  și  $\alpha$  - elementele conului cu semnificația din relația (48).



**Fig. 14.7. Rigla de copiere**

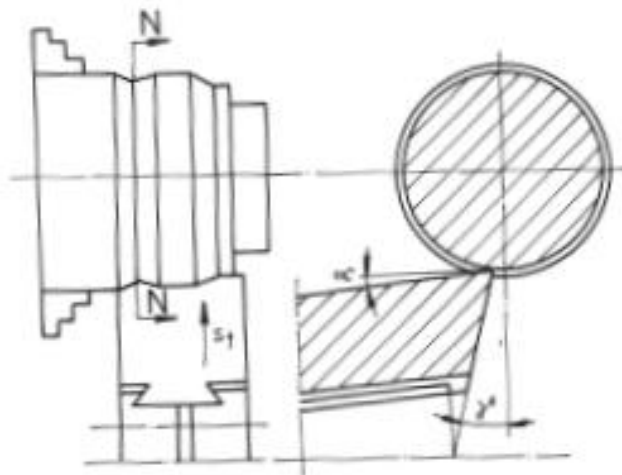
Metoda se aplică numai la prelucrarea suprafețelor conice exterioare de lungimi mari și conicități mici ( $\alpha \leq 10^\circ$ ), în scopul evitării uzării accentuate a găurilor de centrare și a vârfulor.

Strunjirea conică cu ajutorul dispozitivului de copiat, se folosește la prelucrarea suprafețelor conice precise,

exterioare și interioare, cu unghiuri până la  $15...20^\circ$ .

Ca urmare a legăturii celor două sănii (transversală și longitudinală), prin intermediul riglei de copiat, figura 14.7, cuțitul primește o mișcare rezultantă de avans, orientată sub unghiul  $\alpha$  față de axa strungului.

Folosirea metodei permite să se prelucereze conuri precise, cu avans mecanic, pe lungimi ce nu pot depăși lungimea riglei de copiat.



**Fig. 14.8. Suprafețe profilate**

Strunjirea suprafețelor profilate, se poate realiza printr - una din următoarele metode:

- cu ajutorul cuțitelor profilate (generatoare materializată), figura 14.8;
- prin copiere după șablon (generatoare programată).

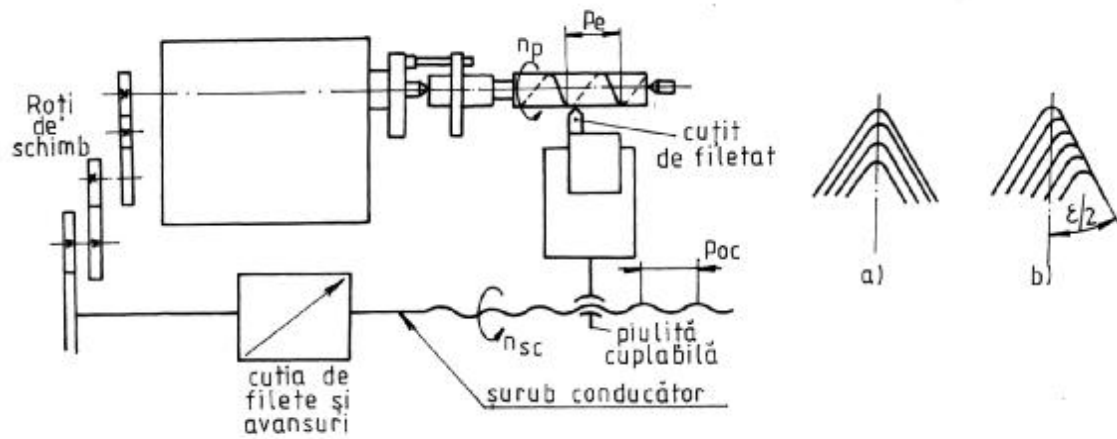
Prima metodă se preferă când lungimea piesei nu depășește 25 mm, asigurând un randament și o precizie ridicată la prelucrarea pieselor mici, pe strunguri automate.

### **14.3. Generarea suprafețelor elicoidale prin strunjire**

Filetarea este prelucrarea prin așchiere a unor canale elicoidale, cu profil transversal constant, realizată pe suprafața exterioară sau interioară a unor piese cilindrice sau conice. Generatoarea este materializată de muchia de așchiere a sculei iar directoarea, de formă elicoidală, este realizată pe cale cinematică.

Mișcarea elicoidală de generare a filetului rezultă din compunerea și corelarea mișcării de rotație a piesei cu mișcarea de avans a cuțitului de filetat. Condiția cinematică, astfel încât la o rotație a piesei, cuțitul să se deplaseze cu o distanță egală cu pasul filetului ( $p_e$ ), se realizează prin lanțul cinematic de filetare compus din piesa, solidară cu arborele principal al cutiei de viteze, roțile de schimb, cutia de filete și avansuri, șurubul conducător, piulița cuplabilă, de căruciorul longitudinal și cuțitul de filetare, figura 14.9.

Pentru filete standardizate, frecvent utilizate în construcția de mașini, reglarea pasului unui anumit filet se face prin intermediul cutiei de filete și avansuri a strungului, utilizând tabela indicatoare care indică pozițiile manetelor lanțului cinematic de filetare.



**Fig. 14.9. Lanț cinematic de avans. Scheme de așchiere**

La filetarea pe strung, profilul cuțitului în planul de degajare – va fi conjugat golului filetului. Din motive de rezistență mecanică și rigiditate a sculei, generarea profilului se va face succesiv, prin mai multe treceri, înaintea fiecărei treceri cuțitul fiind deplasat radial cu avansul de reglare,  $s_r$ , după una din schemele din figura 14.9.

## 15. FREZAREA

Frezarea este procedeul de prelucrare prin aşchiere realizat cu ajutorul unor scule numite freze prevăzute cu mai mulţi dinţi aşchietori, repartizaţi pe suprafaţa cilindrică sau frontală a sculei.

Procedeul de aşchiere prin frezare, figura 15.1, rezultă din acţiunea simultană a mişcării principale de rotaţie – executată de sculă – cu mişcarea de avans (rectilinie) realizată, în general, de semifabricat.

Procedeul de frezare se poate desfăşura utilizând directoare cinematice, transpuse prin rulare, sau programate şi generatoare materializate sau cinematice, permiţând obţinerea următoarelor forme de suprafeţe: plane, cilindrice, profilate, elicoidale etc. Folosirea dispozitivelor de divizare oferă posibilitatea prelucrării prin frezare a canalelor de pană, canelurilor, danturilor etc.

După sensul mişcării de avans a semifabricatului, în raport cu sensul mişcării principale a frezei (ambele considerate în zona de aşchiere), se deosebesc două metode de frezare, figura 15.2:

- frezarea contra avansului, figura 15.2.a, la care viteza are sensul contrar vitezei de avans;
- frezarea în sensul avansului, figura 15.2.b, la care sensul celor două mişcări coincid.

Forţa de aşchiere  $F$ , rezultată din compunerea forţei tangenţiale  $F_t$  şi a forţei radiale  $F_r$ , se poate descompune după două direcţii: într-o componentă orizontală  $F_o$  (apăsarea de avans) şi o componentă verticală  $F_v$  ce apasă semifabricatul sau tinde să-l ridice de pe masa maşinii, în funcţie de metoda de frezare folosită.

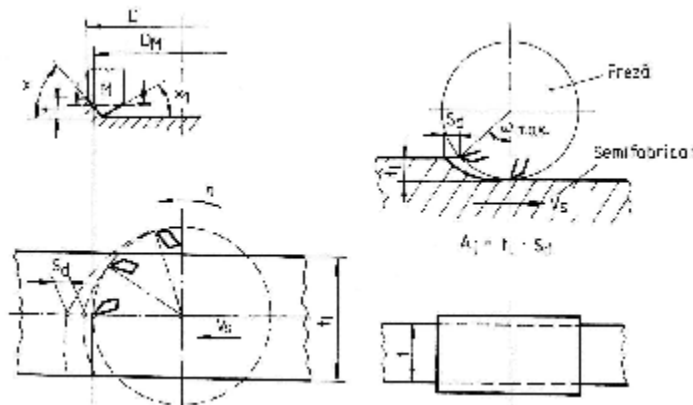


Fig. 15.1. Principiul de lucru

La frezarea în sensul avansului, aşchiera se produce cu şocuri deoarece componenta orizontală  $F_o$  a forţei de aşchiere îşi schimbă sensul, iar dintele frezei atacă la început grosimea maximă a aşchiei.

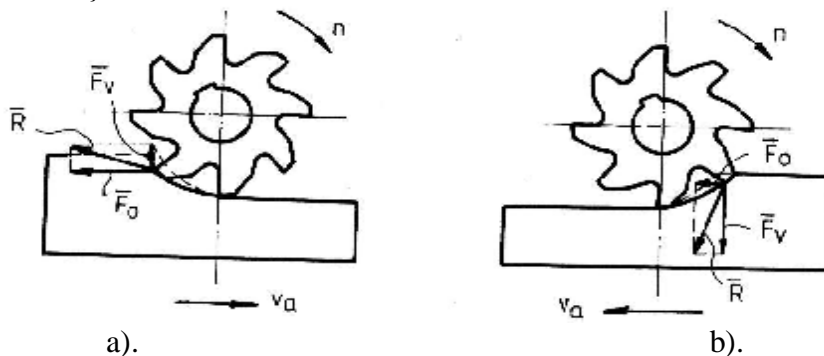


Fig. 15.2. Frezarea în sensul şi contra avansului

În cazul frezării contra avansului, dintele alunecă la început pe materialul prelucrat până ce atinge o grosime minimă de așchiere ce poate fi detașată. Acest proces influențează negativ asupra calității suprafeței obținute și a consumului energetic la frezare.

## 15.1. Regimul de așchiere la frezare

La stabilirea regimului optim de așchiere se va ține seama de natura materialului supus prelucrării, de precizia și calitatea suprafeței prelucrate, materialul și tipul frezei, de rigiditatea sistemului tehnologic.

Adâncimea de așchiere ( $t$ ) este dată de mărimea contactului tăișului principal cu semifabricatul de prelucrat, măsurată perpendicular pe planul de lucru.

Lungimea de contact ( $t_1$ ) este mărimea liniei de contact dintre tăișul sculei și piesa de prelucrat, raportată la o rotație, măsurată în planul de lucru perpendicular pe direcția de avans.

Mărimea adâncimii de așchiere  $t$  și a lungimii de contact  $t_1$ , în mm, se stabilesc în funcție de tipul sculei, posibilitățile mașinii de frezat și tipul suprafeței de prelucrat. Se va urmări ca întregul adaos de prelucrare să fie îndepărtat dintr-o singură trecere. În cazul unor cerințe de precizie și calitate superioară a suprafeței prelucrate, adaosul de prelucrare se va îndepărta din mai multe treceri.

$$\text{Mișcarea de avans se execută cu viteza de avans } v_f = s_r \cdot n \text{ [mm/min]} \quad (50)$$

$$\text{în care: } s_r \text{ este avansul pe o rotație a frezei și are valoarea } s_f = s_d \cdot z \text{ [mm/rot]} \quad (51)$$

$s_d$  este avansul pe dinte (distanța în direcția de avans între două suprafețe de așchiere succesive, în mm/dinte);

$z$  – numărul de dinți ai frezei.

La alegerea avansului pe dinte,  $s_d$ , se ține seama de tipul mașinii de frezat, tipul sculei, materialul sculei și materialul de prelucrat (vezi tabelul 1).

$$\text{Viteza principală de așchiere la frezare se calculează cu } v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ [m/min]} \quad (52)$$

în care:  $D$  este diametrul exterior al frezei, în mm;

$n$  – turația frezei, în rot/min.

Viteza economică de așchiere se calculează cu relațiile din tabelul 3

în care:  $D$  - diametrul frezei, în mm;

$T$  – durabilitatea economică a frezei în minute vezi tabelul 2;

$$\text{Turația economică de așchiere va rezulta } n_{ec} = \frac{1000 \cdot v_{ec}}{\pi \cdot D} \text{ [rot/min]} \quad (53)$$

Pentru lucru, se va adopta o turație  $n_r$  existentă pe mașina de frezat, egală sau imediat inferioară turației economice astfel calculate.

**Tabelul 1**

Puterea mașinii-unele, kw	Rigiditatea sistemului piesă-disc-positiv	Freze cu dinți rari și freze cu dinți demontabili din oțel rapid		Freza monobloc cu dinți marunți	
		Avansuri pe dinte $S_d$ , mm/dinte			
		Frezare oțel	Frezare fontă și aliaje de cupru	Frezare oțel	Frezare fontă și aliaje de cupru
Pâna la 5	medie mică	0,1...0,15 0,06...0,1	0,12...0,2 0,1...0,15	0,05...0,08 0,03...0,06	0,06...0,12 0,05...0,10

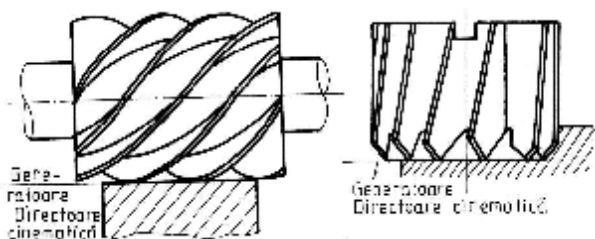
Peste 5 pâna la 10	mare medie mică	0,2...0,3 0,12...0,2 0,1...0,15	0,25...0,4 0,2...0,3 0,12...0,2	0,1...0,15 0,06...0,1 0,06...0,08	0,12...0,2 0,1...0,15 0,08...0,12
Peste 10	mare medie mică	0,4...0,6 0,3...0,4 0,2...0,3	0,6...0,8 0,4...0,6 0,25...0,4	- - -	- - -

**Tabelul 2**

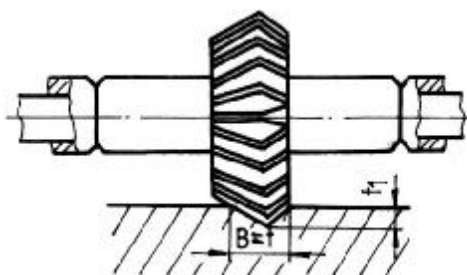
Tipul frezei	Materialul de frezat	Diametrul frezei D, mm				
		40	50	63	80	100
		Durabilitatea economica T, minute				
Freze cilindrice elicoidale STAS 578-67 varianta A	Oțel carbon și oțel aliat	60	90	120	180	240
	Fonta cenușie	90	120	180	240	360
Freze cilindrice elicoidale STAS 578-76, varianta B	Oțel carbon sau aliat	-	60	90	120	150
	Fonta cenușie	-	90	150	180	210
Freze cilindro- frontale elicoidale STAS 579-71	Otel carbon sau aliat	120	150	180	210	240
	Fonta cenușie	180	210	240	300	360
Freze cilindro- frontale cu dinti rari SRAS 2217-66	Otel carbon sau aliat	-	-	180	210	240
	Fonta cenușie	-	-	240	300	360

**Tabelul 3**

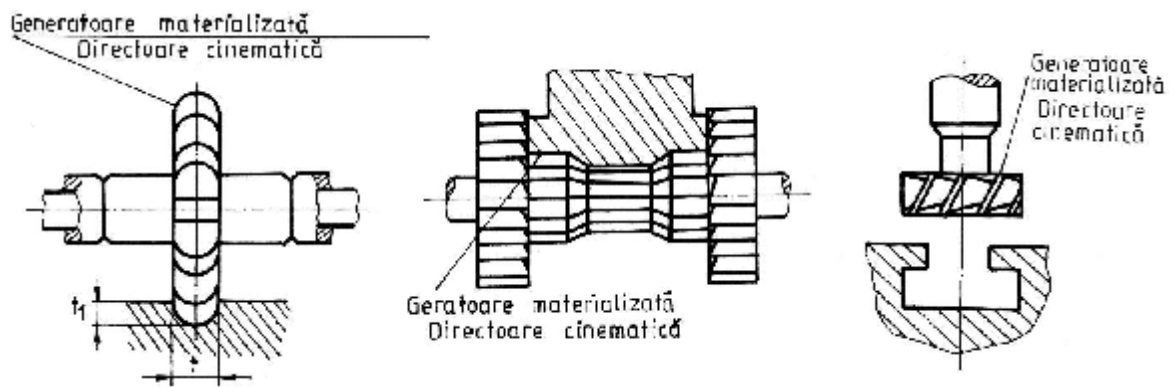
Materialul de prelucrat	Avansul $s_d$ , mm/dinte	Viteza de aschiere $v_p$ , m/min
1	2	3
Oțeluri carbon și oțeluri aliate cu $\sigma_r = 75 \text{ daN/mm}^2$	$\leq 0,1$	$v_p = \frac{55 \cdot D^{0,45}}{T^{0,33} \cdot t_1^{0,3} \cdot s_d^{0,2} \cdot t^{0,1} \cdot Z^{0,1}}$
	$> 0,1$	$v_p = \frac{35,4 \cdot D^{0,45}}{T^{0,33} \cdot t_1^{0,3} \cdot s_d^{0,4} \cdot t^{0,1} \cdot Z^{0,1}}$
Fonta cenușie HB=190	$\leq 0,15$	$v_p = \frac{57,5 \cdot D^{0,7}}{T^{0,25} \cdot t_1^{0,5} \cdot s_d^{0,2} \cdot t^{0,3} \cdot Z^{0,3}}$
	$> 0,15$	$v_p = \frac{27 \cdot D^{0,7}}{T^{0,25} \cdot t_1^{0,5} \cdot s_d^{0,6} \cdot t^{0,3} \cdot Z^{0,3}}$



**Fig. 15.3. Frezarea suprafețelor plane**



**Fig. 15.4. Frezarea plană înclinată**



**Fig. 15.5. Frezarea suprafețelor profilate**

## **15.2. Posibilități de generare a suprafețelor prin frezare**

Generarea suprafețelor plane se realizează utilizând directoare cinematice și generatoare materializate, fiind posibilă prelucrarea unor suprafețe plane orizontale și verticale, figura 15.3, sau înclinate, figura 15.4.

Generarea suprafețelor profilate se face utilizând o directoare cinematică și o generatoare materializată, figura 15.5.

## 16. PRELUCRAREA ALEZAJELOR

Găurirea este operația prin care se realizează în piesele de prelucrat găuri străpuse sau înfundate prin burghiere, strunjire, alezare, etc., după felul mașinii, sculei și mișcărilor folosite, ca și după mărimea adaosului de prelucrare.

### 16.1. Burghierea

Este operația prin care se pot obține găuri în material plin. Aceasta poate fi executată fie cu burghiul elicoidal (figura 16.1), care, prin cele două tășuri principale ce se extind de la periferie până în axa sculei, transformă în așchie întregul adaos de prelucrare, fie cu burghiul carotier (figura 16.2), care decupează adaosul de prelucrare sub forma unui cilindru recuperabil.

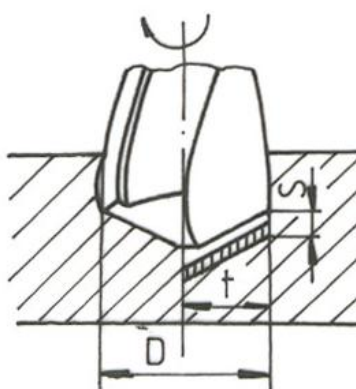


Fig. 16.1. *Burghiul elicoidal*

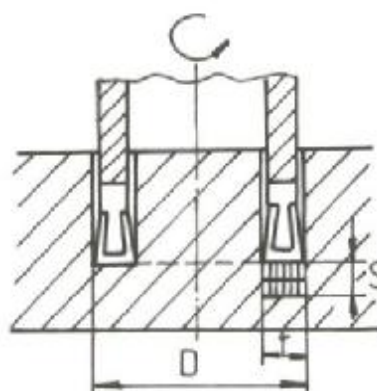


Fig. 16.2. *Burghiul carotier*

### 16.2. Lărgirea

Este operația prin care se obține mărirea diametrului unei găuri date în prealabil, prin turnare, forjare, burghiere (figura 16.3).

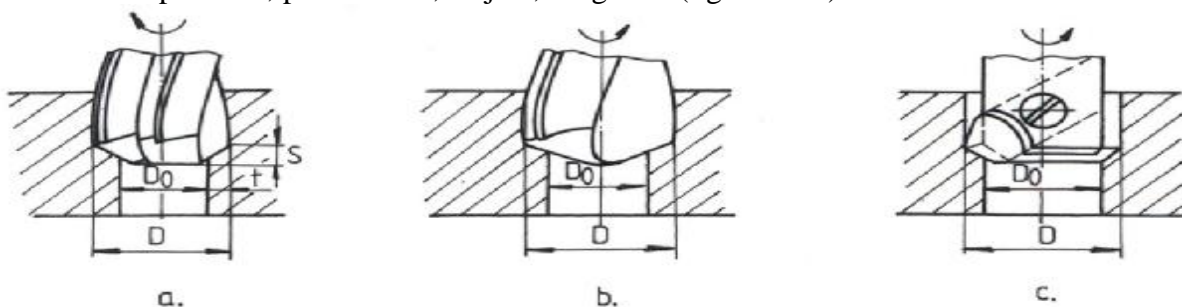
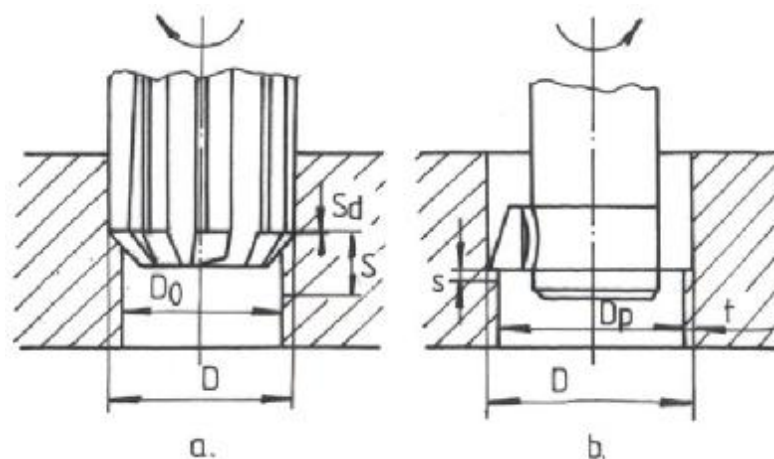


Fig. 16.3. *Operații de lărgire*

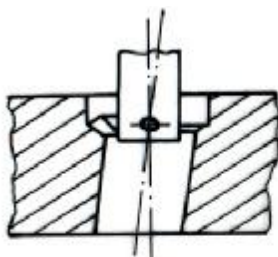


**Fig. 16.4. Alezarea**

Prin aceasta, se urmărește prelucrarea suprafeței cilindrice laterale a găurii la un diametru dat, cu o precizie mai mare și la o formă geometrică mai corectă. Operația se realizează cu o sculă specială – lărgitorul – sau, în unele cazuri, cu burghie de diametre mai mari decât cele ale alezajului inițial, sau, acolo unde e posibil, prin strunjire. Lărgitoarele, spre deosebire de burghiile elicoidale, au 3÷4 dinți ale căror tășuri nu se extind până spre axa piesei.

### 16.3. Alezarea

Este operația prin care se obține suprafața cilindrică a găurii, cu o precizie mai mare a dimensiunii diametrului și cilindricității, cu o netezime superioară (figura 16.4). Operația diferă de lărgire prin mărimea mai redusă a adaosului de prelucrare ( $0,02 \div 0,5$  mm/diametru). Alezarea se poate executa cu o sculă specială – alezorul – având un număr de dinți mai mare, (6 - 12) cu tășuri principale relativ scurte puțin extinse spre axa sculei. Alezarea cu alezorul, ca și lărgirea cu lărgitorul, nu poate asigura direcția axei alezajului prelucrat, acesta realizându-se în faza de burghiere. Când poziția și direcția axei alezajului prelucrat reclamă o precizie ridicată, se recurge la alezarea cu cuțite, figura 16.5. Datorită numărului mare



**Fig. 16.5. Alezare cu cuțitul**

de dinți ai alezorului, productivitatea acestuia este superioară alezării prin strunjire.

### 16.4. Adâncirea (zencuirea)

Este operația prin care se realizează prelucrarea suprafețelor frontale ale găurilor pe o anumită adâncime, figura 16.6.

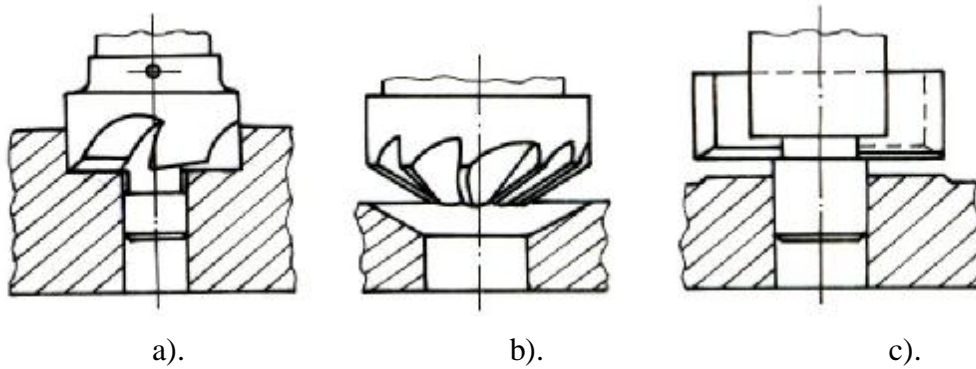


Fig. 16.6. Procedee de adâncire: a – cilindrică, b – conică, c - lamare

După forma părții frontale care se prelucurează, se deosebesc:

- adâncire de planare sau lamare;
- adâncire profilată;
- adâncire conică sau teșirea.

Sculele folosite – adâncitoarele – au tășuri principale doar pe partea lor frontală, sau numai pe o lungime mică a părții lor laterale.

## 16.5. Parametrii regimului de așchiere

Pentru prelucrarea prin așchiere a unui alezaj, tășul sculei trebuie să capete o mișcare de rotație (mișcarea principală), în cursul căreia se detașează așchiile și o mișcare rectilinie (mișcarea de avans) asigurându-se detașarea de noi straturi de material. Cele două mișcări se produc simultan și din compunerea lor rezultă o mișcare elicoidală (mișcarea efectivă de așchiere).

Traietoriile elicoidale ale tășurilor dau naștere suprafețelor principale de așchiere (vezi figura 16.7).

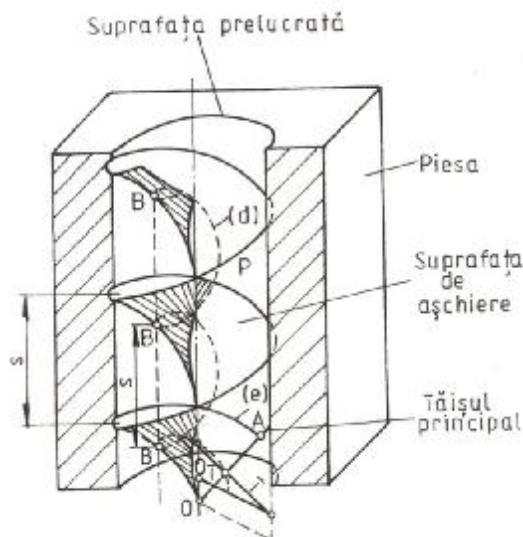


Fig. 16.7. Mișcarea de așchiere

avansul se calculează cu formula

unde:

$s_d$  – avansul pe dinte, mm/dinte;

Viteza mișcării de așchiere se calculează cu formula

$$v_p = \frac{\pi D n}{1000} \text{ [m/min]} \quad (54)$$

unde:

D – diametrul burghiului, mm;

n – turația burghiului, rot/min.

Viteza de așchiere este maximă la periferia sculei și descrește cu apropierea punctului de așchiere de axa de rotație a sculei.

Viteza mișcării de avans – viteza de avans – se calculează cu formula

$$v_a = n \cdot s \text{ [mm/min]} \quad (55)$$

unde:

n – turația burghiului, rot/min;

s – avansul, mm/rot.

La sculele cu mai mulți dinți,

$$s = s_d \cdot Z \quad (56)$$

$z$  – numărul de dinți.

**Elementele regimului de aşchiere sunt:**

$t$  – adâncimea de aşchiere, mm;

$s$  – avansul, mm/rot;

$v$  – viteza de aşchiere, m/min.

Adâncimea de aşchiere se determină cu relația

$$t = \frac{D - d}{2} \quad (57)$$

unde:

$D$  – diametrul exterior, final al găurii, mm

$d$  – diametrul interior, inițial al găurii, mm.

În cazul burghierii, când se lucrează în plin și ca atare  $d=0$ , adâncimea de aşchiere este egală cu raza găurii.

Avansul se calculează cu relația

$$s = C_s \cdot D^{0.7} \quad (58)$$

unde:

$C_s$  – coeficient ce ține seama de materialul prelucrat;

$D$  – diametrul sculei, mm.

Valorile coeficientului  $C_s$ , se găsesc tabelate (vezi tabelul 1).

Coeficientul  $C_s$

**Tabelul 1**

	Materialul prelucrat	Burghiere	Lărgire	Alezare
Oțel	HB=160; $\sigma_r=60\text{daN/mm}^2$	0,085	0,190	0,20
	HB=161...240; $\sigma_r=61...85\text{daN/mm}^2$	0,063	0,140	0,16
	HB>240; $\sigma_r>85\text{daN/mm}^2$	0,046	0,105	0,12
Fontă	HB<170	0,130	0,250	0,33
	HB>170	0,078	0,150	0,20
Neferoase	cu duritate mică	0,170	0,330	0,20
	cu duritate mică	0,130	0,250	0,33

În momentul stabilirii regimului de lucru se mai fac o serie de verificări ale burghiului la torsiune și la compresiune (flambaj).

Viteza de aşchiere se calculează din considerente de lucru în regim economic, cu relațiile:

- la burghiere,  $v = \frac{C_v \cdot D^{z_v} \cdot k_{v_p}}{T^m \cdot s^{y_v}}$  [m/min]; (59)

- la lărgire și alezare,  $v = \frac{C_v \cdot D^{z_v} \cdot k_{v_p}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}}$  [m/min]. (60)

În cele două relații:

$C_v$  este coeficientul vitezei;  $D$  – diametrul sculei, mm;  $z_v$  – exponentul diametrului;  $K_{v_p}$  – coeficientul de corecție al vitezei;  $T$  – durabilitatea sculei, minute;  $m$  – exponentul durabilității;  $s$  – avansul, mm/rot;  $x_v$  – exponentul avansului;  $t$  – adâncimea de aşchiere, mm;  $y_v$  – exponentul adâncimii de aşchiere.

Valorile durabilității, coeficienților și exponenților se găsesc în tabelele 2 și 3.

Scula	Material prelucrat	D[mm]	<5	<10	<15	<20	<25
Burghiu	oțel	T(min)	7	12	14-20	18-22	20-25
	fontă		12	21	25-30	32-40	40-50
	neferoase		-	6	7	7-8	10-12
Lărgitor		D(mm)	30	40	60	-	-
		T(min)	42	65	110	-	-
Alezor		D(mm)	10	15	30	50	-
		T(min)	13	24	42	72	-

Tabelul 3

Material prelucrat	Proces	Avans [mm/rot]	C <sub>v</sub>	m	z <sub>v</sub>	x <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	k <sub>Mv</sub>	K <sub>sv</sub>
Oțel HB=170-200 σ <sub>r</sub> =75 daN/mm <sup>2</sup>	burghiere	<0,2 >0,2	8,9 12,4	0,2	0,4	0	0,7 0,5	1	1
	burghiere de lărgire	-	20,7	0,2	0,4	0,2	0,5	1	1
	lărgire	-	16,3	0,3	0,3	0,2	0,5	1	1
	alezare	-	10,5	0,4	0,3	0,2	0,05	1	1
Fontă cenușie HB=195	burghiere	<0,3 >0,3	17,6 20,5	0,12 5	0,25	0	0,55	1	1
	burghiere de lărgire	-	28,0	0,12 5	0,25	0,1	0,4	1	1
	lărgire	-	18,8	0,12 5	0,2	0,1	0,4	1	1
	alezare	-	15,6	0,3	0,2	0,1		1	1
Fontă maleabilă HB=150	burghiere	<0,3 >0,3	26,2 30,3	0,12 5	0,25	0	0,55 0,4	1,1	1
	burghiere de lărgire	-	41,6	0,12 5	0,25	0,1	0,4	1,1	1
	lărgire	-	27,9	0,12 5	0,2	0,1	0,4	1,1	1
	alezare	-	23,2	0,3	0,2	0,1	0,5	1,1	1
Bronz HB=100-140	burghiere	<0,3 >0,3	23,4 27,2	0,12 5	0,25	0	0,55 0,4	2	1
	burghiere de lărgire	-	37,2	0,12 5	0,25	0,1	0,4	2	1
	lărgire	-	41,8	0,12 5	0,2	0,1	0,4	2	1
	alezare	-	34,8	0,3	0,2	0,1	0,5	2	1

Coeficientul de corecție se calculează cu relația

$$k_{vp} = k_{Mv} \cdot k_{sv} \quad (61)$$

unde: k<sub>Mv</sub> – coeficientul de corecție funcție de materialul prelucrat;

k<sub>sv</sub> - coeficientul de corecție funcție de materialul sculei.

Coeficienții și exponenții pentru calculul vitezei (sculă din oțel rapid)

## Precizia de prelucrare

În tabelul 4, se prezintă unele indicații privind calitatea și rugozitatea suprafeței prelucrate, în funcție de viteza de așchiere și materialul prelucrat.

După cum rezultă din tabelul 4, calitatea cea mai bună a suprafeței prelucrate se obține prin alezare, datorită atât geometriei sculei (unghi de atac secundar foarte mic) cât și datorită modului specific de formare a așchiei.

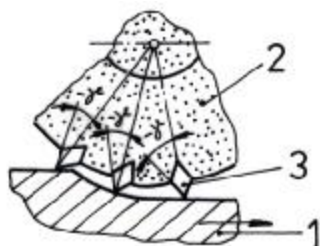
**Tabelul 4**

<b>Felul prelucrării</b>	<b>Material prelucrat</b>	<b>Viteza de așchiere [m/min]</b>	<b>Calitatea ISO</b>	<b>Rugozitatea <math>R_a</math>[mm]</b>
Burghiere	Oțel	18-30	10-11	8-12,5
Lărgire	Oțel	20-30	8	5
Alezare	Oțel	2-3	7	1,25-2,5
		4-5		2,5-5
	Fontă cenușie	4		1,25-2,5
		8		2,5-5
	Fontă maleabilă	8		1,25-2,5
		15		2,5-5
	Bronz	8		1,25-2,5
		15		2,5-5

## 17. RECTIFICAREA

Rectificarea este operația de așchiere a pieselor metalice, cu ajutorul corpurilor abrazive, în scopul obținerii unor suprafețe foarte netede sau a unor dimensiuni foarte precise. Rectificarea se folosește în special la prelucrarea fină a pieselor metalice cu duritate mare.

Granulele abrazive ale corpului de rectificat desprind de pe suprafața piesei care se prelucrează, un număr foarte mare de așchii de dimensiuni mici și formă nedefinită. Acțiunea de așchiere a granulei abrazive încorporată într-o sculă solidă (piatra de rectificat) asupra stratului de metal îndepărtat nu este întru totul analoagă cu cea a sculelor metalice. Datorită formei deosebite a părții active a granulei și mărimii reduse (max. 0,05 mm) a grosimii stratului de metal asupra căruia se exercită acțiunea acesteia, procesul capătă un caracter aparte.



**Fig. 17.1.** Geometria de așchiere a granulelor abrazive

După cum se vede în figura 17.1, unghiul de degajare este variabil și, în general, negativ. Cu cât unghiul de degajare este mai mare în valoare absolută, situație existentă pentru majoritatea granulelor abrazive din stratul periferic al corpului abraziv, procesul de așchiere decurge cu o mare degajare de căldură, așchiera propriu-zisă fiind precedată și de o deformare plastică foarte intensă a materialului supus acțiunii tăișului granulei abrazive. Pe măsură ce muchiile de tăiere se uzează, sub acțiunea forțelor crescânde de

așchiere, granulele abrazive se desprind din masa liantului și apar altele noi, cu muchii de tăiere ascuțite, corpul abraziv păstrându-și proprietățile de așchiere. Duritatea este proprietatea care asigură această comportare a corpurilor abrazive. Astfel, de exemplu, dacă liantul corpului abraziv este prea moale, granulele abrazive se desprind fără a fi tocite și ca atare, corpul abraziv se uzează prea repede; când liantul prea dur, nu este permisă detașarea granulelor tocite, corpul lustruindu-se, necesită o refacere a suprafeței active prin reascuțire.

Pentru o rectificare corectă, trebuie să se aleagă caracteristicile corpului abraziv de rectificat (de exemplu, natura liantului, natura materialului abraziv, duritatea, granulația, structura), în funcție de materialul piesei, forma suprafețelor care se rectifică, gradul de netezire urmărit, precizia dimensională care trebuie obținută, procedee de prelucrare utilizate.

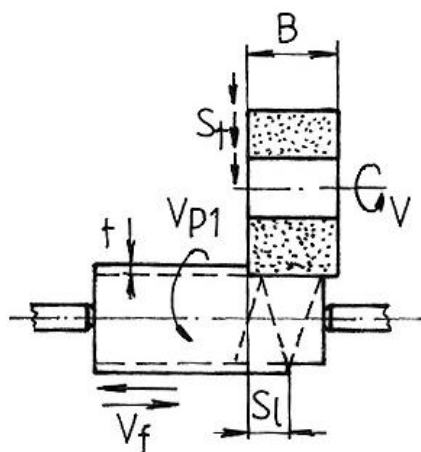
De asemenea, pentru evitarea supraîncălzirii piesei și, în felul acesta, pentru a putea obține o precizie ridicată, se recomandă o răcire intensă, utilizând ca lichide de așchiere emulsii cu concentrații reduse.

### 17.1. Procedee de rectificare

Se utilizează mai multe procedee de rectificare care diferă între ele după forma suprafeței prelucrate și după modul de acțiune a corpului abraziv.

#### Rectificarea rotundă exterioară

Cele mai utilizate variante: – rectificarea cu avans longitudinal, figura 17.2; rectificarea cu avans transversal, figura 17.3; rectificarea fără centre, figura 17.4, pentru care se definesc parametrii regimului de așchiere:

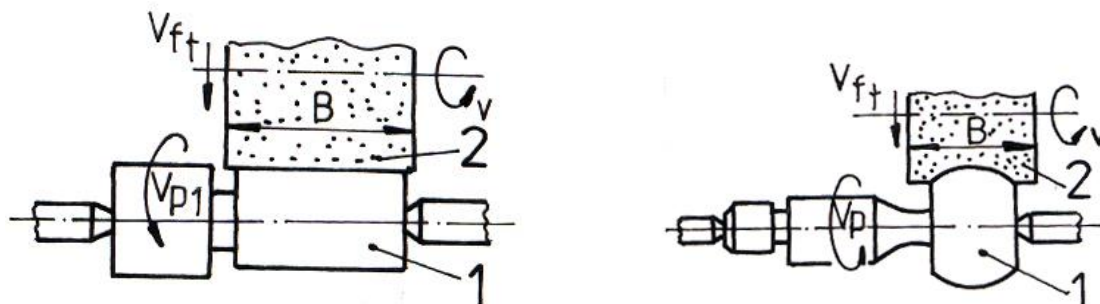


**Fig. 17.2. Rectificarea cu avans longitudinal**

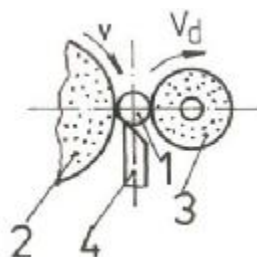
- $V_{fa}$  – viteza de avans;
- $V_{p1}$  – viteza periferică a piesei prelucrate,
- $v$  – viteza periferică a corpului abraziv (viteza de aşchiere)
- $s_t$  – avans transversal al corpului abraziv;
- $s_l$  – avansul longitudinal, la o rotație a semifabricatului prelucrat;
- $B$  – lăţimea discului abraziv.

S-au notat cu:

- 1 – semifabricatul de prelucrat;
- 2 – corpul abraziv



**Fig. 17.3. Rectificarea cu avans transversal**



**Fig. 17.4. Rectificarea fără centre**

### Rectificarea rotundă interioară

Variantele: cu avans longitudinal, care se realizează de corpul abraziv sau de piesă (figura 17.5); planetară, la care corpul abraziv execută o mişcare planetară, mişcare impusă de forma piesei şi de dificultăţile de rotire a acesteia (figura 17.6).

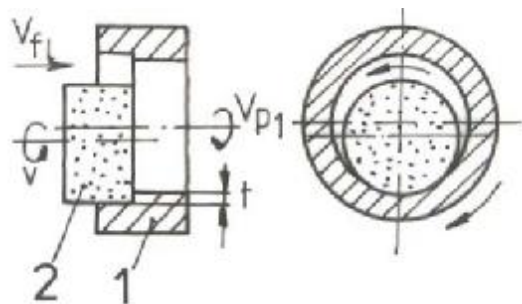


Fig. 17.5. Rectificare interioară

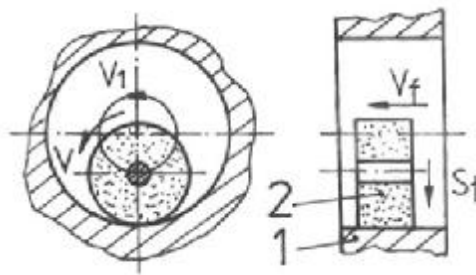


Fig. 17.6. Rectificare planetară

### Rectificarea plană

Se poate realiza cu suprafața cilindrică a corpului abraziv și avans transversal intermitent (figura 17.7) și cu suprafața frontală a corpului abraziv din segmenti (figura 17.8). Parametrii regimului de așchiere la rectificare:

- $v_p$  – viteza principală de așchiere, m/s;
- $v_{p1}$  – viteza de avans a piesei, m/min;
- $s_l$  – avans longitudinal, mm/cursă piesă;
- $s_t$  – avans transversal, mm/rot. masă, mm/cursă masă;
- ( $t$  – adâncimea de așchiere, mm).

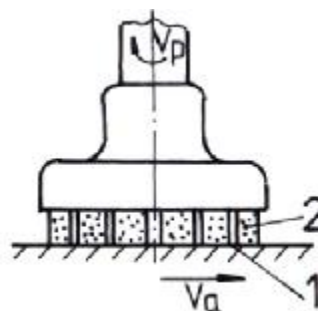
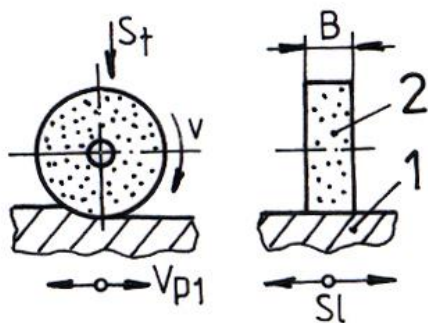


Fig. 17.7. Rectificare plană Fig. 17.8. Rectificare cu piatră segment

## 17.2. Regimul de așchiere

Viteza de așchiere, care este viteza periferică  $v_p$  a pietrei la mersul în gol, are valorile cuprinse în Tabelul 1, pentru diverse materiale, lianți și procedee se prelucrare.

Tabelul 1

Felul rectificării	Liantul	Material piesă	$v_p$ (m/s)
Rectificare rotundă exterioră	Ceramică	Oțel, fontă, bronz, metale ușoare	25-35; 20-25; 15
Rectificare rotundă interioară	Ceramică	Oțel, fontă, bronz, metale ușoare	20-25 20-25 15
Rectificare plană - cu partea cilindrică	Ceramică	Oțel, fontă, bronz, metale ușoare	25-32 25 15
Rectificare plană - cu partea frontală	Magneziți Ceramică	Metale ușoare toate materialele	20-25 20-25

Viteza periferică a piesei prelucrate,  $v_{p1}$  se poate calcula, pentru cazul rectificării rotunde, cu relația următoare:

$$v_{p1} = 0,17D_p^{0,3} K_1 K_2 / T^{0,5} s_t s_1 \text{ [m/min]} \quad (62)$$

în care:

$D_p$  – diametrul piesei. mm;

$T$  – durabilitatea piesei, min;

$s_t$  – avansul transversal, mm/rot. piesă

$s_1$  – avansul longitudinal, mm/rot. piesă

$K_1$  - coeficient funcție de diametrul discului de rectificat

$K_2$  - coeficient funcție de materialul prelucrat

**Tabelul 2**

T (min)	K <sub>1</sub>				Material piesă	K <sub>2</sub>
	D <sub>d</sub> (mm)					
	400	500	600	750		
6	1,25	1,4	1,6	1,8	oțel necălit	1,0
9	1,0	1,12	1,25	1,4	oțel călit	0,95
15	0,8	0,9	1,0	1,12	oțel refractar	0,85
24	0,63	0,71	0,8	0,9	fontă	1,05

În general,  $v_{p1}=20\div85$  m/min pentru degroșare și  $v_{p1}=15\div50$  m/min pentru finisare. În tabelul 3, se dau indicații pentru alegerea granulației și a durității corpurilor abrazive.

**Tabelul 3**

Material prelucrat	Natura materialului abraziv	Granulația, duritatea și raportul vitezelor				
		Rectif. rotundă	Rectif. plană cu suprafața periferică cilindrică	Rectif. interioară	Rectif. plană cu segmenti	Rectif. plană cu corp abraziv oală
Oțel călit	electro-corindon	25K 125	50 K 80	50 J 80	80 J 50	80 I 50
Oțel necălit	electro-corindon	25L 125	50 L 80	50 K 80	80 K 50	80 J 50
Fontă	carbură de siliciu	25 L 100	50 L 63	50 K 63	80 K 40	80 J 40
Cupru, alamă, bronz	carbură de siliciu	25 J 80	50 I 50	50 I 80	80 I 32	80 H 32
Metale ușoare	carbură de siliciu	25 I 50	50 I 32	50 H 32	80 H 20	80 G 20

Avansul longitudinal, se determină cu formula:

$$s_1 = s_f \cdot B \text{ [mm]} \quad (2)$$

în care  $B$  – lățimea pietrei, mm;  $s_f$  – avansul în fracțiuni din lățimea pietrei, care are valori de  $0,7\div0,8$  la degroșare și  $0,5\div0,7$  la finisare.

În ceea ce privește avansul transversal  $s_t$ , acesta se ia  $0,01\div0,07$ mm/cursă dublă pentru degroșare și  $0,005\div0,02$ m/cursă dublă pentru finisare.

Valorile practice pentru avansul transversal (adâncimea de așchiere) sunt date în tabelul 4.

**Tabelul 4**

Felul rectificării	Oțel		Fontă	
	degroșare	finisare	degroșare	finisare
	adâncimea de așchiere t(mm)			
rotund exterior	0,030÷0,040	0,01	0,04÷0,06	0,010
rotund interior	0,005÷0,015	0,005	0,10÷0,30	0,005
plan	0,050÷0,250	0,010	0,10÷0,30	0,010

### 17.3. Calitatea suprafețelor rectificate

Rugozitatea suprafețelor rectificate este influențată de parametrii regimului de așchiere, parametrii discului abraziv, durabilitatea discului, caracteristicile semifabricatului și piesei finite.

Micșorându-se avansul în direcția mișcării de așchiere  $v_{p1}$  și mărindu-se viteza de așchiere  $v_p$ , densitatea zgârieturilor de pe suprafața prelucrată va crește și ca urmare suprafața va rezulta mai netedă. Același lucru se întâmplă în direcția longitudinală: luând lățimea discului  $B > s_1$ , netezimea crește. Ca urmare mărimea avansului longitudinal va influența asupra creșterii micro neregularităților. În același sens, influențează și avansul transversal. Rugozitatea obținută la rectificare este indicată, ca limite în tabelul 5.

$R_a$ [mm]

**Tabelul 5**

Rectificare exterioară		Rectificare interioară	Rectificare fără centru	
de pătrundere	de trecere		piese călite	piese necălite
0,63÷0,32	0,63	2,5÷1,25	0,32	0,63

Precizia obținută la rectificare este în clasele 5÷6 ISO

## 18. HONUIREA

Honuirea este un proces de suprafinisare, de viteză redusă, în care adaosul de prelucrare este îndepărtat prin acțiunea de aşchiere a granulelor abrazive din barele de honuit fixate pe o sculă numită "hon" care primeşte de la axul principal al maşinii o mişcare de rotaţie şi una rectilinie alternativă. Scopul honuirii este de a realiza o formă geometrică de o precizie ridicată şi o rugozitate redusă, cel mai adesea a suprafeţelor cilindrice interioare.

### 18.1. Cinematica procesului

Cinematica procesului cuprinde un ansamblu de doua mişcări: o rotaţie, executată de regulă de hon şi o mişcare de translaţie, executată de semifabricat, atunci când honuirea se face cu menţinerea manuală a piesei honuite sau, de scula, în cazul honuirii pieselor grele, figura 18.1.

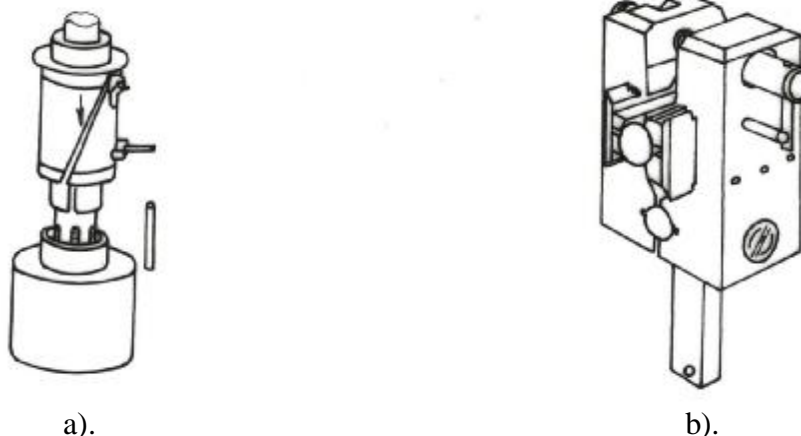


Fig. 18.1. Cinematica procesului de honuire: interioară (a), exterioară(b)

### 18.2. Materiale

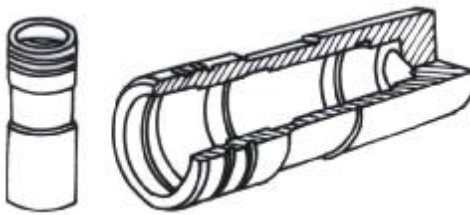
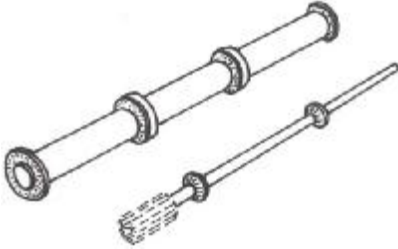
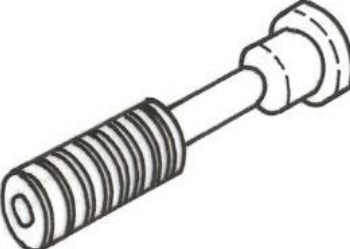
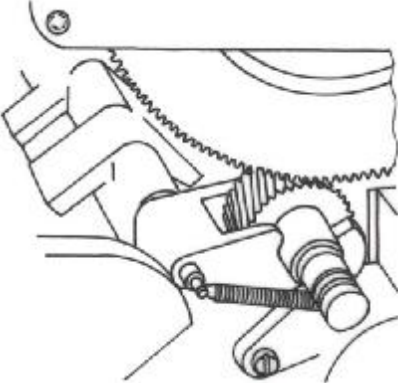
Deşi oţelul şi fonta sunt materiale honuite în mod obișnuit, procedeul se aplică la o gamă largă de materiale începând cu materiale moi ca aliajele de aluminiu până la materiale extrem de dure cum ar fi, de exemplu, carburile metalice. Honuirea este, de asemenea, procedeul de suprafinisare a materialelor ceramice și plastice.

Dimensional, se pot honui, în mod obișnuit, alezaje cuprinse între 1,587 mm și 762 mm iar, în funcție de performanțele mașinii de honuit, domeniul poate fi extins până la 1270 mm. Alezajele cu aproape orice raport lungime / diametru pot fi honuite. De exemplu: în industria petrolieră s-au honuit alezaje pentru care raportul dimensiunilor este de 307 iar la extrema cealaltă se situează alezaje de 38,1 mm în diametru și 0,397 mm lungime, deci raportul este de 1/96.

Structural – honuirea vizează alezaje cilindrice, deschise sau înfundate, conice, alezaje prevăzute cu canale de pană sau caneluri interioare și exterioare.

În tabelul 1, sunt prezentate exemple de aplicare a metodelor de honuire.

**Tabelul 1**

Figura	Comentarii
	<p>Prelucrarea suprafețelor interioare ale cilindrilor hidraulici din fontă, înlocuind rectificarea de finisare și lepuirea. Adaosul de prelucrare - 0,101 - 0,127 mm.</p>
	<p>Cilindrul hidraulic din figură are 10065 mm lungime și <math>\phi=762</math> mm. Pentru a preîntâmpina deformarea sculei, aceasta este prevăzută cu doi suporti. S-a honuit o jumătate din lungimea alezajului și apoi, răsucind piesa, cealaltă jumătate. Adaos de prelucrare - 6,35 mm pentru a obține o toleranță de 0,0508 mm pentru ovalitate și rectilinitate.</p>
	<p>Un ac de dozare pentru benzină cu <math>\phi=9,525</math> mm și 25,4 mm lungime (honuire exterioara), din oțel cu conținut redus de carbon, a fost honuit la o toleranță de <math>\pm 0,0025</math> mm. Adaos de prelucrare 0,0508 mm.</p>
	<p>La honuirea roților dințate elicoidale se poate îndepărta până la 0,05 mm adaos de prelucrare. Un angrenaj elicoidal cu diametrul 127 mm poate prezenta o corecție a profilului evolventic de 0,0076 mm, a excentricității de 0,0101 mm.</p>

### 18.3. Adaosul de prelucrare

O regulă generală în honuire este de a îndepărta de două ori mai mult material decât cel vizat de eroarea existentă pe piesă. De exemplu: dacă un cilindru are o ovalitate sau o conicitate de 0,05 mm va fi necesară îndepărtarea a peste 0,10 mm.

Honuirea nu este un procedeu economic pentru îndepărtarea cantităților mari de material, dar sunt situații în care se preferă creșterea ponderii honuirii la atingerea dimensiunilor finale, în dauna rectificării sau burghierii.

Ex.: unica metodă practică de finisare a tuburilor obținute prin laminare este honuirea. Adaosul de prelucrare poate ajunge la 6,35 mm îndepărtarea lui făcându-se cu 32,77 cm<sup>3</sup>/min pentru oțel moale și 13,38 cm<sup>3</sup>/min pentru oțel călit cu 60HRC.

## 18.4. Metode de honuire

Dimensiunea și forma pieselor sunt, de obicei, factorii majori care determină dacă honuirea manuală sau mecanică este mai potrivită. La aceasta se adaugă dimensiunea producției, toleranțele de realizat, disponibilitățile echipamentului și ale muncitorilor calificați etc.

*Honuirea manuală* – este cel mai des folosită și adesea preferată pentru finisarea pieselor pe care un muncitor este capabil să le țină în mână (diametrul de 25,4÷127 mm și lungimi de până la 457 mm). În producția de masă, honuirea manuală succede câteodată honuirea mecanică în vederea realizării toleranței finale, manual, de către mecanici calificați.

Avantajele honuirii manuale:

- -Toleranțele obținute sunt extrem de strânse iar precizia dimensională este superioară variantei mecanice având în vedere că muncitorul poate aplica diferite grade de corecție fiecărei suprafețe honuite funcție de prezența evazării, conicității sau altor neregularități pe care muncitorul calificat le măsoară în timp real (în timpul prelucrării).

- -Investițiile pentru fixarea pieselor și timpul auxiliar aferent schimbării acestora se reduc. Pentru piese mai grele se pot folosi suporturi.

*Honuirea mecanică* se poate dovedi mai economică decât cea manuală la prelucrare suprafețelor mici în producția de serie (>50000 piese) sau, evident, pentru piesele care nu pot fi susținute manual.

## 18.5.Regimul de lucru

Alegerea vitezei de rotație a honului se face funcție de:

- a. materialul semifabricatui;
- b. duritatea suprafeței de prelucrat;
- c. rugozitatea dorită a suprafeței prelucrate;
- d. numărul și lățimea barelor de honuit;

Din cauza variabilelor citate, viteza de rotație nu poate fi standardizată. Vitezele prezentate în tabelul 2 folosesc ca punct de plecare experiențele cazurilor concrete. Vitezele pot fi mai mari de 180m/min dar, uneori, se urmărește o micșorare a vitezei.

**Tabelul 2**

Materialul honuit	Duritate [HB]	Viteza periferica de rotație a honului V[m/min]	Viteza rectilinie alternativă V <sub>rel</sub> [m/min]
Oțel	200-300	24,4-54,9	21,35
	330-450	18,3-45,75	18,3
	50-65HRC	24,3-39,65	18,3
Fontă	200-450	6,1-143,35	24,4
	50-65HRC	15,25-19,825	24,4
Aluminiu		61-143,35	24,4
Aliaj de cupru	120-140	61-143,35	24,4
	180-200	45,75-54,9	24,4

Traectoria unei granule abrazive pe suprafața prelucrată este o elice spre dreapta la mișcarea de translație a honului într-un sens și o elice spre stânga la mișcarea lui în sens contrar. Unghiul de înclinare a liniilor elicoidale este

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{V_{\text{rel}}}{V}$$

În honuirea mecanică, o practică obișnuită este de a stabili viteza de rotație și, apoi, de a varia viteza relativă pentru obținerea unghiului de înclinare dorit.

Se urmărește ca  $\beta \in [20 - 45^\circ]$ ,  $\beta = 30^\circ$  fiind soluția considerată ca optimă.

### Presiunea de honuire

Se stabilește prin încercări; în general este cuprinsă în intervalul  $10 \div 30 \text{ daN/cm}^2$ . Aceasta se asigură, de cele mai multe ori, hidraulic.

Presiunea trebuie menținută constantă automat pentru compensarea uzurii pietrei și a creșterii diametrului alezajului prelucrat. O presiune insuficientă duce la micșorarea adaosului îndepărtat, în timp ce o presiune excesivă, prin distrugerea mai rapidă a abrazivului, conduce la:

- suprafață mai rugoasă;
- un consum mai mare de abraziv;
- creșterea timpului auxiliar pentru înlocuirea barelor abrazive.

Datele din tabelul 2, bazate pe honuirea manuală cu o singură bară abrazivă, arată de ce mașinile pentru honuit trebuie să folosească o gamă largă de presiune ale barelor de honuit pe suprafața generată.

**Tabelul 3**

Diametru alezaj [mm]	Lungime alezaj [mm]	Lungime bară abrazivă [mm]	Grosimea barei abrazive [mm]	Aria barei abrazive în contact [mm <sup>2</sup> ]	Presiune [daN/cm <sup>2</sup> ]
6,35	38,1	31,75	1,778	56,77	39,93
12,7	76,2	57,15	3,683	210,32	10,82
15,875	88,9	63,5	5,588	354,83	6,39
15,875	228,6	190,5	5,588	1064,51	1,109

### Fluide pentru honuire

Utilizarea fluidelor de așchiere la honuire vizează:

- favorizarea acțiunii de așchiere, udând piesa metalică și barele de honuit și, astfel, preîntâmpinând îmbăcsirea corpurilor abrazive.
- menținerea unei temperaturi a piesei aproape constantă ( $15 - 18^\circ\text{C}$ ) și minimizarea, în acest mod, a variației dimensionale datorată dilatației și contracției semifabricatului.

Uleiul mineral este în mare măsură utilizat în procesul de honuire. Uleiuri minerale similare acelor folosite pentru alte operații de așchiere se dovedesc satisfăcătoare dacă o parte de ulei este diluat cu 4 părți petrol lampant.

### Materiale abrazive

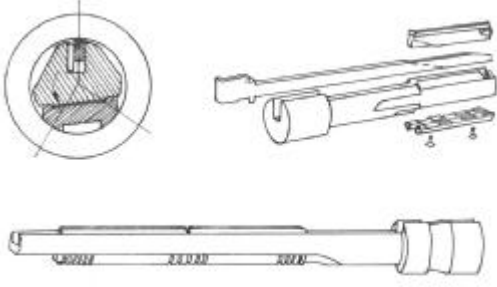

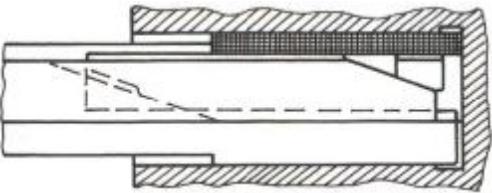
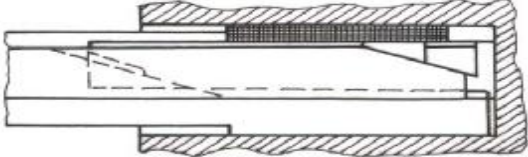
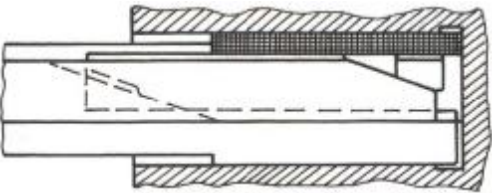
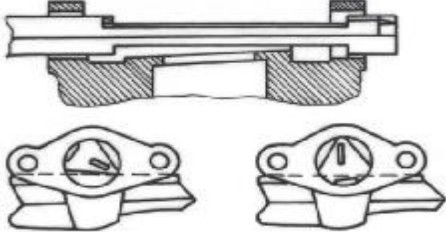
Barele de honuit se realizează din corindon, carbura de siliciu sau diamant, cu liant ceramic, bachelită, plută, carbon sau metal.

Selecția abrazivului depinde, în principal, de compoziția și duritatea materialului de honuit, cerințele finisării și costuri. Dacă criteriul alegerii tipului de abraziv,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sau  $\text{SiC}$  se poate face în funcție de durabilitatea barei abrazive, la alegerea pietrelor de diamant se are în vedere costul lor. Cu toate că barele din diamant sunt de 20 ori mai scumpe ca cele de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sau  $\text{SiC}$ , acestea sunt de neînlocuit la prelucrarea unor materiale ca WC, materiale ceramice etc.

## 18.6. Scule specifice

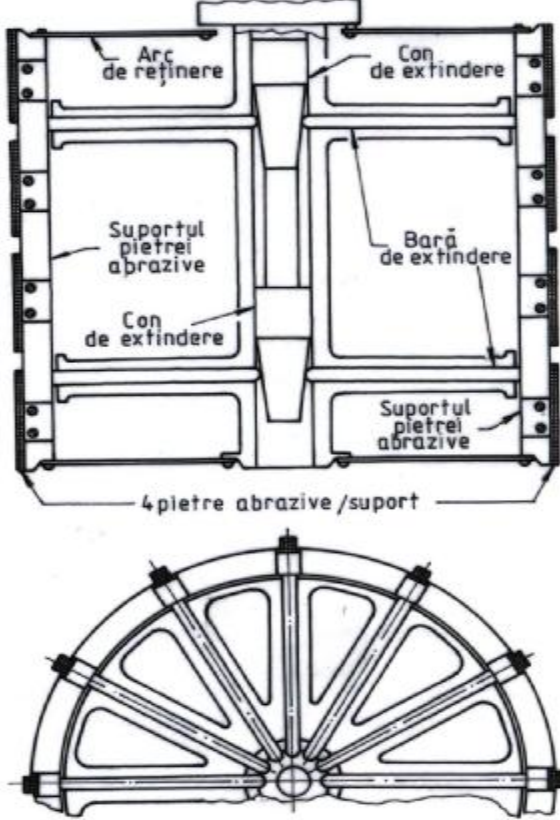
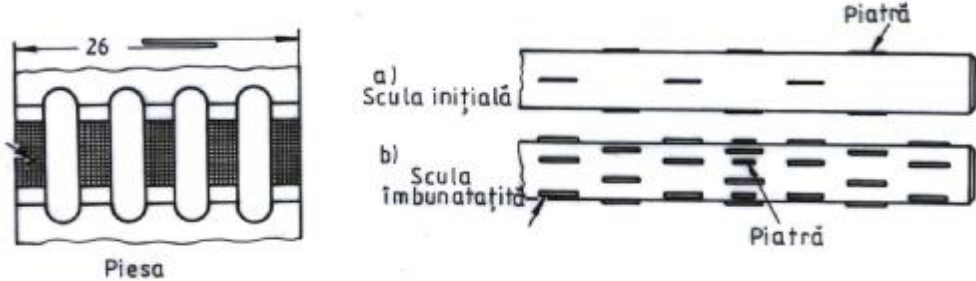
Forme constructive de scule pentru honuirea manuală sunt prezentate în tabelul 4.

**Tabelul 4**

Nr. crt.	Figura – Comentarii	
		<p>Scula cu o singură bară abrazivă. Este cel mai simplu tip. Elementele componente: dorn, pană, tălpi de ghidare. Cele două tălpi paralele stabilizează și ghidează scula. Centrarea este menținută prin intermediul tălpilor (bronz, fontă, oțel, mat. plastice). Prelucreează alezaje cu <math>\phi=1,58 - 101</math> mm. Pentru lungimi de până la 157 mm, se folosesc doi sau mai mulți suportți montați în linie.</p>
		<p>Prelucrarea alezajelor cu calnale de pană.</p>
<p>Prelucrarea găurilor înfundatefara discontinuități</p>		
<p>Prelucrarea a două alezaje separate un obstacol</p>		<p>Prelucrarea găurilor înfundate cu discontinuități</p>
		<p>de</p>

### Scule pentru honuirea mecanică (Tabelul 5)

De obicei, honurile au bare abrazive dispuse la distanțe egale în jurul circumferinței și pot sau nu să includă elemente de ghidare. Conurile controlează presiunea barelor abrazive în așa fel încât aceasta fie constantă. Sculele pot prezenta modificări în funcție de aplicație.

Nr. crt.	Figura – Comentarii
	 <p data-bbox="255 1030 1356 1142">Scula așa abrazive pe cir... unt 12 suporta ai barelor abrazive pe cir... il prelucrat, numarul lor poate ajunge la 24.</p>
	 <p data-bbox="255 1478 1356 1624">Pentru honuirea simultană a 5 lagăre de 69,85mm, scule cu 6 grupuri de bare dar fără ghidaje (a) poate menține precizia pentru rectiliniaritate până la 0,0508 mm. Aceasta pentru că raportul lungime diametru face imposibilă obținerea unei scule cu rigiditate suficientă.</p> <p data-bbox="255 1624 1356 1691">Scula, proiectată ca în figura b, poate asigura o precizie de 0,0254 mm pe întreaga lungime a celor 5 găuri.</p>

## 19. LEPUIREA

Lepuirea este procedeul de microfinisare prin care se îndepărtează pe cale mecanică sau mecano-chimică particule de metal de pe o suprafață cu ajutorul unor pulberi abrazive fixate pe scule de rodat din materiale moi (fontă, cupru, plumb etc.) sau care pot fi interpușe între două piese metalice, în mișcare relativă. Prin deplasarea relativă a pieselor și a sculei de rodat, în prezența pulberii abrazive, se îndepărtează mici particule de metal. Mișcarea fiecărui grăunte abraziv pe suprafața de rodat trebuie astfel efectuată încât traiectoriile sale să nu se suprapună.

### 19.1. Schema de aşchiere

În figura 19.1, este prezentată schema de aşchiere, în cazul lepuirii, unor suprafețe plane, utilizând o mașină de lepuire cu două platouri rotative dispuse paralel unul față de celălalt, în plan orizontal.

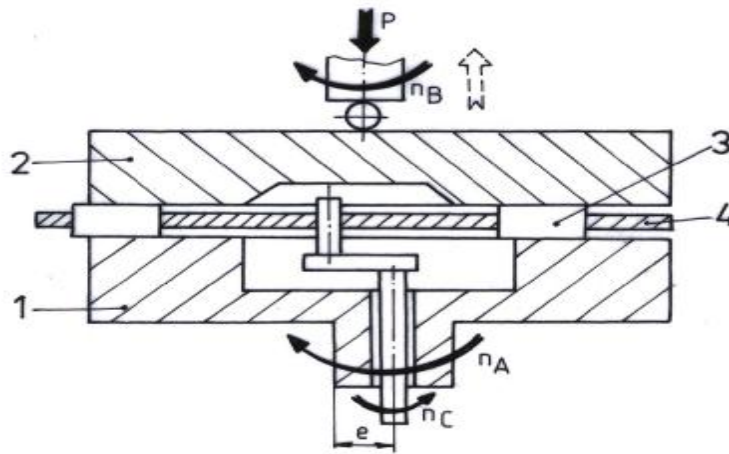


Fig. 19.1. Schema de aşchiere

Discurile sculă 1 și 2 se rotesc cu turațiile  $n_A$  și  $n_B$  în același sens iar colivia disc 4, în alveolele căreia se introduc piesele 3, se rotește cu turația  $n_C$  în sens contrar. Discul sculă 2 este apăsat cu presiunea  $P$  pe piesele din colivie putându-se totodată deplasa pe verticală în momentul începerii lucrului, pentru introducerea sau scoaterea pieselor.

În urma mișcării relative dintre discurile sculă și piesă, punctele de pe suprafața pieselor vor descrie traiectorii cicloidale, figura 19.2. În figura 19.2,  $\gamma$  este unghiul de înclinare al piesei lepuite față de direcția radială.

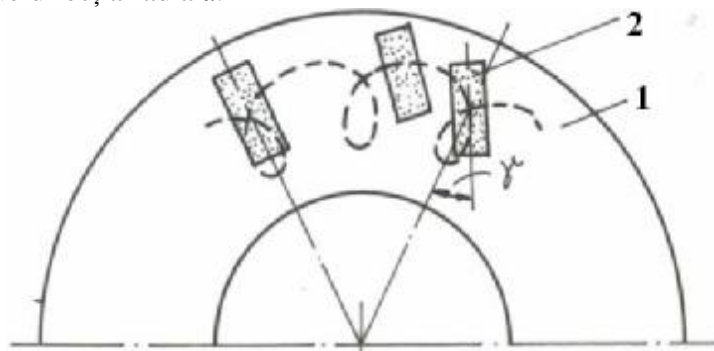


Fig. 19.2. Traiectoria punctelor de pe suprafața pieselor

## 19.2. Tipuri de scule

### Abrazivi

Abrazivi folosiți la lepuire se împart în două mari grupe:

- abrazivi cu duritate mare, între 9 și 10 pe scara naturală, cum ar fi corindonul sintetic, carbura de siliciu sau de bor, praful de diamant;
- abrazivi mai moi, cu duritatea între 6 și 7, grupă din care fac parte oxizii metalici de crom și fier.

În tabelul 1, este prezentat modul de alegere a pulberilor în funcție de materialul prelucrat și felul operației.

**Tabelul 1**

Destinația pulberii		Denumirea pulberii	Culoarea	Duritatea	Compoziția chimică
Felul operației de lepuire	Materialul piesei				
1	2	3	4	5	6
Lepuire de degroșare	oțel fontă	electroco-rindon	-roșiatică -albă -roz -violet deschis	9,0	>90% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Lepuire de finisare	fontă oțel bronz	carbură de siliciu	verde deschis până la cenușiu	9,3	SiC
Lepuire de finisare	metale dure carburi	Carbură de bor	cenușiu până la negru	9,8	B <sub>4</sub> C
Lepuire de supranetezire (lustruire)	oțel netratat metale moi	caolin	cenușiu până la alb	6,0	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>
Lepuire de finisare	oțel	oxid de crom	verde aprins	7,2	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Lepuire de finisare	oțel tratat metale dure carburi	diamant	alb strălucitor	10,0	C

Pulberile abrazive se folosesc sub formă de suspensii sau paste abrazive. La lepuirea de degroșare, mărimea grăunților abrazivi este de (100÷200) μm, iar la finisare (1÷20) μm. Pasta conține, de obicei, pe lângă pulberea abrazivă, acid oleic sau stearic, utilizați ca lianți; subțierea pastei se face prin adăugarea de petrol – pentru sculele din fontă, terebentină – pentru cele din cupru și ulei de mașini – pentru sculele din oțel.

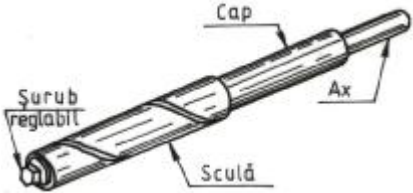


Lepuirea nu se execută uscat întrucât pulberea abrazivă nu s-ar distribui uniform, ceea ce ar duce la încălzirea excesivă a pieselor și, prin aceasta, la deformarea lor. Pentru o bună aderare a pastei pe sculă, aceasta se spală în prealabil cu petrol, și, apoi, se acoperă cu un strat uniform de pastă. Pasta poate conține și anumite substanțe chimice care acționează superficial, formând o peliculă de oxid metalic, pe care scula o înlătură ușor în mișcarea sa.

### Scule pentru lepuire

La lepuire, sculele de execută din materiale mai moi decât piesa: astfel, la lepuirea manuală se folosește plumbul, cuprul, alama, oțelul moale etc. La lepuirea mecanică, se folosesc scule din fontă cenușie cu duritatea (140÷200) HB, aceasta menținând mai bine forma sculei. Încărcarea sculei cu pulbere abrazivă se poate asigura automat în timpul operației de lepuire sau prin presarea acesteia cu role de oțel sau plăci din fontă.

În tabelul 2, sunt prezentate câteva tipuri constructive de scule folosite pentru leuire.

**Tabelul 2**

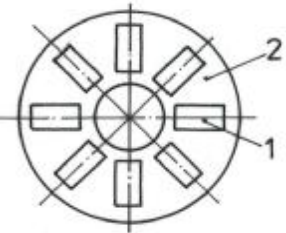
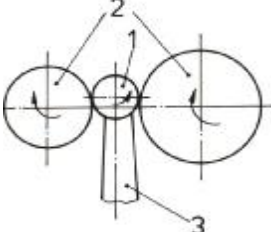
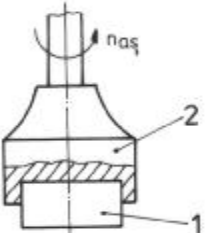
Tipul sculelor	Forma constructivă	Observații
1	2	3
Reglabile		<ul style="list-style-type: none"> <li>-se folosesc pentru prelucrarea diametrelor mari de 1,5 mm;</li> <li>-diametrul sculei poate fi mărit chiar în timpul procesului.</li> </ul>
Nereglabile	<p>SCULA CU CANALE DREPTE</p> <p>a. </p> <p>SCULA CU CANALE ELICOIDALE</p> <p>b. </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-se folosesc pentru prelucrarea diametrelor mai mici de 1,5 mm;</li> <li>-după uzare se finisează și sunt folosite la diametre mai mici;</li> <li>-la prelucrarea găurilor înfundate, forma constructivă "a" distribuie neuniform abrazivul și pentru evitarea inconvenientului s-a conceput forma "b", la care canalul rectiliniu a fost înlocuit cu unul elicoidal.</li> </ul>

Se utilizează și sculele de leuit cu abrazivi încorporați, lucrând cu viteze mari și conducând la un regim de leuire mult mai dur. Aceste scule au dezavantajul că necesită permanent o rectificare cu vârf de diamant. La prelucrarea materialelor moi, pentru a evita apariția zgârieturilor se folosesc pulberi de aluminiu. Nu se pot prelucra piese cu trepte de diametru sau piese cu pereți subțiri care se pot deforma ușor.

### 19.3. Dispozitive pentru conducerea și antrenarea semifabricatelor

În tabelul 3, sunt prezentate diferite forme constructive de dispozitive pentru conducerea și antrenarea semifabricatelor, în funcție de tipul leuirii, de tipul mașinii și de forma și dimensiunile pieselor.

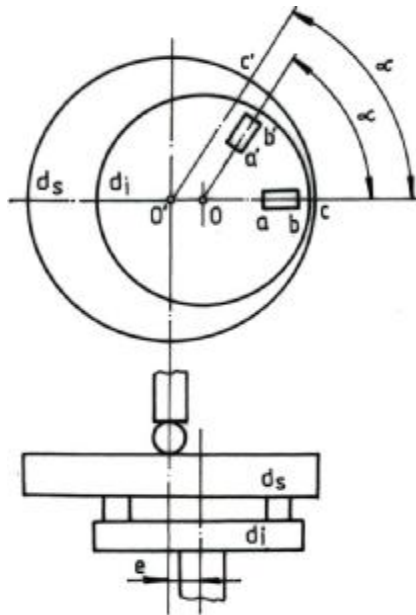
Tabelul 3

Tipul lepuirii	Schița dispozitivului	Observații
1	2	3
-lepuire plană sau cilindrică	 <p>1. piesa de prelucrat 2. discul port – piese</p>	-mașina este dotată cu două discuri paralele
-lepuire fără centre	 <p>1. piesa de prelucrat 2. discuri de lepuire și antrenare 3. lamelă de ghidare</p>	-lamelele de ghidare pot fi metalice sau din cauciuc
-lepuirea pieselor individuale	 <p>1. piesa de prelucrat 2. port piesa</p>	-port piesele se construiesc adecvat în funcție de forma semifabricatelor

## 19.4. Particularități ale procesului de lepuire

Adaosul de prelucrare la lepuire pentru piesele rotunde este de  $(0,005 \div 0,012)$  mm la degroșare și sub 0,005 mm la finisare, iar pentru suprafețele plane, adaosul este de  $(0,004 \div 0,008)$  mm.

Viteza de așchiere la lepuirea manuală poate fi cuprinsă între  $(6 \div 30)$  m/min, valorile mici asigurând calități superioare suprafeței. În cazul lepuirii mecanice, viteza de așchiere variază între  $(100 \div 200)$  m/min.



**Fig. 19.3. Schema lepuirii suprafețelor plane**

Pentru schema din figura 19.3, viteza de lepuire este

$$v = \frac{2\pi en}{1000} \text{ [m/min]} \quad (63)$$

unde:

$e$  este excentricitatea arborelui platoului inferior [mm];

$n$  – turația discului inferior [rot/min].

*Presiunea de apăsare* exercitată de semifabricate asupra sculelor de lepuire este de  $(0,1 \div 3) \text{ daN/cm}^2$ .

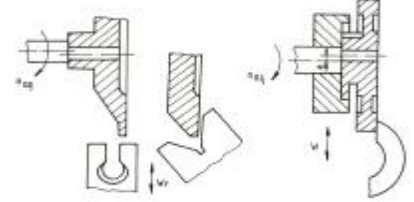
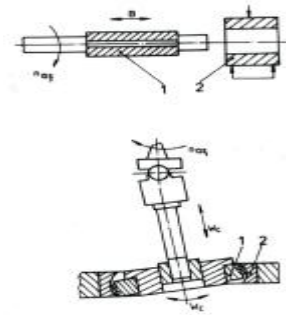
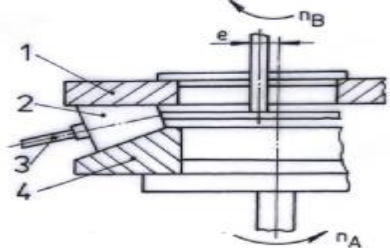
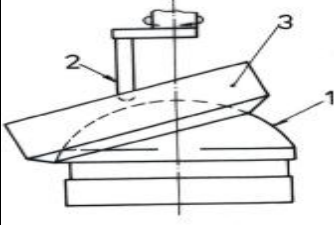
*Consumul energetic* este de  $(0,02 \div 2) \text{ kWh/cm}^3$  de material detașat.

*Rugozitatea* suprafețelor lepuite poate ajunge la  $R_a = (0,01 \div 0,05) \mu\text{m}$ , putându-se obține treptele de precizie dimensională 4, 5 ISO

## 19.5. Schema de generare pentru diferite tipuri de suprafețe

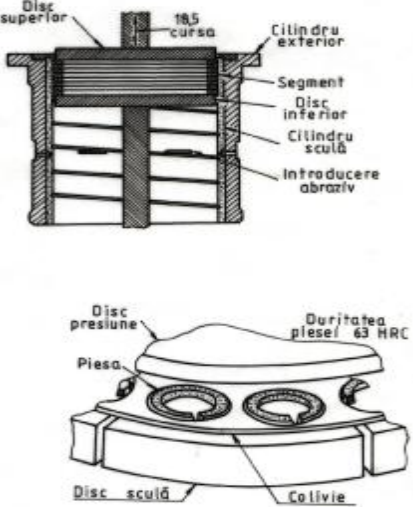
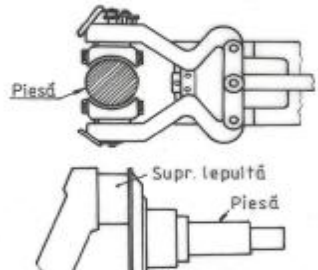
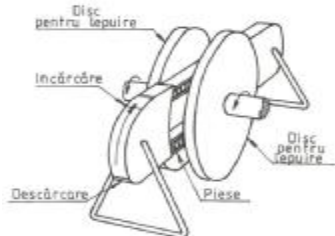
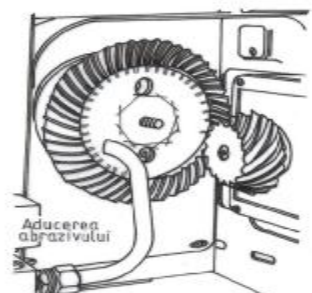
În tabelul 4, sunt prezentate schemele de generare la lepuirea diferitelor suprafețe.

**Tabelul 4**

Denumirea suprafeței	Schema de generare
1	2
Suprafețe plane	
Suprafețe cilindrice	 <p style="text-align: right;">Exterioare 1-sculă; 2-piesă</p>
Suprafețe conice interioare	 <p style="text-align: right;">1-platou sculă superior; 2-piesă; 3-colivie port-piesă; 4- platou scula inferior</p>
Suprafețe sferice	 <p style="text-align: right;">1-piesă; 2-ax excentric; 3- scula</p>

Posibilitățile de prelucrare prin lepuire a unor categorii de repere sunt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5

Reperul	Schema de prelucrare
1	2
<p>Segmenti de motor</p>	<p>Lepuirea suprafețelor exterioare</p>  <p>Lepuirea suprafețelor plane</p>
<p>Arbori cotiți</p>	
<p>Role din oțel călit</p>	
<p>Roți dințate</p>	

## BIBLIOGRAFIE

1. Botez, E., *Bazele generării suprafețelor pe mașini - unelte*, Editura Tehnică, București, 1966.
2. Belous, V., *Sinteza sculelor așchietoare*, Editura Junimea, Iași, 1980.
3. Belous, V., *Proiectarea sculelor*, I. P. Iași, 1977.
4. Brândașu, P. D., *Proiectarea sculelor așchietoare*, Vol I, Editura Universității din Sibiu, 1994.
5. Căpățînă, N., *Contribuții la perfecționarea constructiv – funcțională a frezelor melc modul cu dinți decalajați*, Teză de doctorat, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, 1998.
6. Ciolacu, F. G., Mureșan, N., Roșca, A. S., *Fluide pentru așchiere – Caracterizare, evaluare, utilizare*, Editura Universitaria, Craiova, 2000.
7. Cozmîncă, M., Panait, S., Constantinescu, C., *Bazele așchierii*, Editura Gh. Asachi, Iași, 1995.
8. Cozmîncă, M., *Bazele așchierii și generării suprafețelor*, Vol. I și II, Lito. I. P. Iași, 1982.
9. Cozmîncă, M., *Contribuții la introducerea teoriei dislocațiilor în cercetarea deformațiilor plastice prin așchiere*, Teză de doctorat, I. P. Iași, 1974.
10. Croitoru, I., *Cercetări privind îmbunătățirea metodologiilor de evaluare a forțelor de așchiere*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică Gh. Asachi, Iași, 2000.
11. Dițu, V., *Bazele generării suprafețelor și scula așchietoare*, Editura Universității Transilvania, Brașov, 1999.
12. Dumitraș, C., Militaru, C., *Așchieria metalelor și fiabilitatea sculelor așchietoare*, Editura Tehnică, București, 1983.
13. Dreucean, A., *Mașini – unelte și prelucrări prin așchiere*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1968.
14. Duca, Z., *Așchieria metalelor*, I. P. București, 1957.
15. Duca, Z., *Bazele teoretice ale prelucrărilor pe mașini - unelte*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1969.
16. Enache, Șt., Minciuc, C., *Proiectarea asistată a sculelor așchietoare*, Editura Tehnică, București, 1984.
17. Enache, Șt., Belous, V., *Proiectarea sculelor așchietoare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
18. Epureanu, Al., Pruteanu, O., Gavrițaș, I., *Tehnologia construcțiilor de mașini*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1984.
19. Fetecău, C., *Relații parametrice la prelucrarea prin așchiere*, Editura Tehnică, București, 2001.
20. Fetecău, C., *Sinteza unor procedee de ascuțire a burghiilor elicoidale cu tășuri curbe*, Teză de doctorat, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, 1997.
21. Frumușanu, G., *Contribuții la studiul profilării sculelor pentru prelucrarea roților dințate conice ale angrenajelor precesionale*, Teză de doctorat, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, 1998.
22. Ghiță, E., *Contribuții la studiul prelucrabilității prin așchiere a suprafețelor poliforme*, Teză de doctorat, Universitatea Dunărea de Jos din Galați, 1990.
23. Granovskii, G. I., *Rezanie metalov*, Vâșaia Școla, Moskva, 1985.
24. Grănescu, T., Picoș, C., Slătineanu, L., *Cercetări privind prelucrabilitatea unor fonte aliate*, a II-a Conferință de procese și utilaje de prelucrare la rece, Vol. I, Timișoara, 1978.
25. Grănescu, T., Picoș, C., Slătineanu, L., Grigoriu, I., *Instalații pentru studiul prelucrabilității prin frezare*, Brevet R.S.R. nr 74915/1977.

26. Grămescu, T., *Contribuții la studiul prelucrabilității unor fonte standardizate românești*, Teză de doctorat, I. P. Iași, 1982.
27. Giurgiuman, H. ș.a., *Bazele aşchierii și generării suprafețelor - Îndrumar de lucrări*, Institutul Politehnic Cluj - Napoca, 1985.
28. Hollanda, D., Mehedințeanu, M., Țâru, E., Oancea, N., *Așchiere și scule aşchietoare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1984.
29. Kasian, M. V. ș.a., *Metodî planirovania experimentov v oblasti rezaniametolov i matematičeskoj obrabotki rezultatov*, Erevan, 1976.
30. Lăzărescu, D. I., *Teoria aşchierii metalelor și proiectarea sculelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1964.
31. Lăzărescu, D. I., *Calculul și construcția sculelor aşchietoare*, Editura Tehnică, București, 1969.
32. Minciu, C. ș.a., *Scule aşchietoare. Îndrumar de proiectare*, Editura Tehnică, București, 1995.
33. Minciu, C., *Broșarea*, Vol I și II, Editura Tehnică, București, 1989.
34. Minciu, C., Străjescu, E. ș.a., *Scule aşchietoare - Îndrumar de proiectare*, Editura Tehnică, București, 1995.
35. Minciu, C., *Proiectarea și tehnologia sculelor pentru danturare*, Editura Tehnică, București, 1986.
36. Oprean, A., Sandu, I. G., Minciu, C., Deac, L., Giurgiuman, H., Oancea, N., *Bazele aşchierii și generării suprafețelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
37. Oancea, N., Căpățână, N., Neniță, G. M., *Bazele aşchierii și generării suprafețelor - Lucrări de laborator*, Universitatea din Galați, 1980.
38. Pruteanu, O. V., *Tehnologia fabricării mașinilor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
39. Picoș, C., Coman, Gh., Slătineanu, L., Grămescu, T., *Prelucrabilitatea prin aşchiere a alezajelor feroase*, Editura Tehnică, București, 1981.
40. Picoș, C., Slătineanu, L., Grămescu, T., *Contribuții privind determinarea analitică a rugozității suprafeței prelucrate prin aşchiere*, Construcția de Mașini, nr. 4, 1979.
41. Picoș, C., Grămescu, T., Slătineanu, L., *Stand pentru studiul prelucrabilității prin burghiere*, Conferența Tehnologii noi de fabricație în construcția de mașini, Vol I, Galați, 1977.
42. Popescu, Iulian, *Așchiera aliajelor de aluminiu*, Editura Tehnică, București, 1974.
43. Popescu, Iulian, *Optimizarea procesului de aşchiere*, Editura "Scrisul românesc", Craiova, 1984.
44. Secară, Gh., *Așchiera metalelor. Fizica formării aşchiei*, Universitatea din Brașov, 1986.
45. Secară, Gh. ș.a., *Bazele aşchierii și generării suprafețelor. Îndrumar pentru lucrări practice*, Universitatea din Brașov, 1989.
46. Secară, Gh., *Proiectarea sculelor aşchietoare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
47. Slătineanu, L., Grămescu, T. ș.a., *Tehnologii de prelucrare pe mașini de alezat și frezat*, Editura Gh. Asachi, Iași, 1997.
48. Slătineanu, L., Frunză, C. B., Dumitrache, Al., Ciobanu, M., *Dispozitiv de aşchiat alezaje*, Descrierea invenției 103121, România, 1989.
49. Slătineanu, L., Dușa, P., *Bazele creației tehnice*, Universitatea Tehnică Gh. Asachi, Iași, 1996.
50. Slătineanu, L., *Contribuții la studiul prelucrabilității prin aşchiere a unor oțeluri românești*, Teză de doctorat, Institutul Politehnic Iași, 1980.
51. Slătineanu, L., Picoș, C., Grămescu, T., Coman, Gh., *Preocupări privind studiul prelucrabilității prin aşchiere în laboratorul de tehnologia construcției de mașini de la*

- I. P. Iași, în Vol. „Sesiunea științifică a I. P. Cluj – Napoca. Tehnologia construcțiilor de mașini”, 1978.
52. Ștețiu, G., Lăzărescu, I. D., Oprean, C., Ștețiu, M. *Teoria și practica sculelor așchietoare*, Vol I, Editura Universității din Sibiu, 1994.
  53. Străjescu, E., Velicu, Șt., Croitoru, S., *Așchiere și scule așchietoare*, Universitatea Politehnica, București, 1998.
  54. Străjescu, E., *Contribuții privind influența microgeometriei părții așchietoare a sculei asupra durabilității*, Teză de doctorat, I. P. București, 1983.
  55. Teodorescu, M., Oancea, N., Totolici, S., *Prelucrabilitatea prin așchiere - Metode de determinare*, Universitatea din Galați, 1986.
  56. Teodorescu, M., *Contribuții la studiul influenței stării structurale a unor oțeluri hipoeutectoide asupra prelucrabilității prin așchiere*, I. P. Timișoara, 1973.
  57. Vlase, A. ș.a., *Regimuri de așchiere, adaosuri de prelucrare și norme tehnice de timp*, Vol I și II, Editura Tehnică, București, 1983.
  58. Oancea, N., Neagu, M., Fetecău, C., *Procese de așchiere*, Editura TEHNICA-INFO, Chișinău, 2002, ISBN 975-63-135-5.
  59. \*\*\*, STAS 6599/1-88

## CHESTIONAR DE AUTOVERIFICARE

- 1). Planul de bază constructiv se definește ca fiind perpendicular pe:
  - a). direcția de avans;
  - b). direcția mișcării de așchiere;
  - c). axa sculei.
- 2). Planul muchiei de așchiere se definește ca fiind perpendicular pe:
  - a). direcția mișcării de așchiere;
  - b). axa semifabricatului;
  - c). planul de bază constructiv.
- 3). Tăișul de trecere se notează cu:
  - a).  $b_{\epsilon}$ ;
  - b).  $r_{\beta}$ ;
  - c).  $r_{\gamma}$ .
- 4). Coeficientul de contracție longitudinal a așchiei arată că așchia:
  - a). se scurtează;
  - b). se îngroașă;
  - c). se rupe.
- 5). Așchiera liberă are semnificația:
  - a). lucrul cu semifabricatul nefixat;
  - b). lucrul cu o singură muchie de așchiere;
  - c). așchiile cad neorientate.
- 6). Mărimea forței de așchiere este proporțională cu:
  - a). aria geometrică a așchiei;
  - b). lățimea așchiei;
  - c). coeficientul de contracție longitudinal.
- 7). Influența adâncimii de așchiere asupra mărimii forței principale este:
  - a). mai mare decât influența mărimii avansului;
  - b). egală;
  - c). nesemnificativă.
- 8). Creșterea mărimii unghiului de degajare a sculei conduce la:
  - a). scăderea mărimii forței de așchiere;
  - b). creșterea mărimii forței de așchiere;
  - c). are o influență nesemnificativă.
- 9). Mărimea momentului de torsiune la burghiere este influențată de:
  - a). mărimea diametrului sculei;
  - b). mărimea avansului de lucru;
  - c). ambele.
- 10). Uzura prin abraziune apare ca preponderentă la lucrul cu scule din:
  - a). carburi metalice;
  - b). oțeluri de scule;
  - c). diamant.
- 11). Uzura prin difuziune se produce cu preponderență:
  - a). la temperaturi mari;
  - b). la lucrul cu viteze mari de așchiere;

- c). în prezența fluidelor de aşchiere.
- 12). Burghiile se uzează cu precădere pe:
- suprafața principală de aşezare;
  - în lungul canalului de evacuare a aşchiilor;
  - în zona tăişului transversal.
- 13). Mărimea asperității geometrie la strunjire este proporțională cu:
- unghiul de atac principal;
  - mărimea avansului;
  - mărimea adâncimii de aşchiere.
- 14). Mărimea vitezei de aşchiere conduce la:
- diminuarea rugozității suprafeței generate;
  - reducerea mărimii forței de aşchiere;
  - nu are nici o influență.
- 15). Lucrul mecanic de aşchiere se transformă în căldură în proporție de:
- 99%;
  - 9%;
  - 50%.
- 16). Mărimea vitezei de aşchiere are ca efect:
- mărirea temperaturii tăişului sculei;
  - diminuarea temperaturii tăişului;
  - nu are influență.
- 17). Durabilitatea sculei se măsoară în:
- grame / minut;
  - minute;
  - grade.
- 18). La rabotare se utilizează o mișcare de avans:
- continuă;
  - intermitentă;
  - neuniformă.
- 19). Viteza de aşchiere utilizată la rabotare variază de regulă între limitele:
- 10-30 m / min;
  - 0,1-0,3 m / min;
  - 30-100 m / min.
- 20). Prin broșare se generează numai suprafețe profilate:
- interioare;
  - exterioare;
  - de ambele tipuri.
- 21). Dintre schemele de broșare în care este asigurată forța de broșare relativ mai mică:
- de generare;
  - de profil;
  - progresivă.
- 22). Supraînălțarea pe dinte la broșare variază între:
- 0,02-0,3 mm;
  - 0,5-1 mm;
  - 0,001-0,02 mm.
- 23). Forța de broșare este proporțională cu:

- a). aria transversală a așchiei;
  - b). numărul de dinți al sculei;
  - c). numărul de dinți în contact cu semifabricatul.
- 24). Criteriul specific de uzare a dinților broșei este:
- a). criteriul  $V_B$ ;
  - b). criteriul  $K_T$ ;
  - c). criteriul  $K_M$
- 25). Adâncimea de așchiere la strunjirea unei piese cilindrice se măsoară:
- a). în lungul axei piesei;
  - b). în planul de lucru;
  - c). perpendicular pe planul de lucru.
- 26). Durabilitatea economică a unui cuțit de strung este cuprinsă între:
- a). 60-150 min;
  - b). 6-15 min;
  - c). 600-1500 min.
- 27). O metodă de strunjire a suprafețelor conice este prin:
- a). înclinarea săniei port-cuțit;
  - b). înclinarea ghidajelor mașinii;
  - c). înclinarea turelei.
- 28). Suprafețele conice generate cu generatoare materializată pot avea lungimi ale generatoarelor de maxim:
- a). 20-25 mm;
  - b). 200-250 mm;
  - c). 2-2,5 mm.
- 29). Avansul pe dinte la frezare se măsoară în:
- a). mm / dinte;
  - b). radiani / dinte;
  - c). grade / dinte.
- 30). Operația de lărgire se referă numai la:
- a). prelucrarea unui alezaj înfundat;
  - b). mărirea diametrului unui alezaj;
  - c). găurire din plin.
- 31). Avansul la operația de lărgire pentru același diametru al sculei ca la găurirea în plin este:
- a). egal;
  - b). mai mic decât la burghiere;
  - c). mai mare decât la burghiere.
- 32). Alezoarele fixe au un număr de:
- a). 2 dinți;
  - b). 3-4 dinți;
  - c). 6-12 dinți.
- 33). Rectificarea rotundă exterioară între vârfuri a suprafețelor foarte lungi poate fi făcută cu:
- a). avans longitudinal;
  - b). avans transversal;
  - c). avans înclinat.

- 34). Rectificarea planetară se referă la:
- prelucrarea suprafețelor cilindrice interioare;
  - prelucrarea suprafețelor plane;
  - prelucrarea suprafețelor profilate exterioare.
- 35). Honul este o sculă utilizată la:
- rectificare;
  - honuirea manuală;
  - honuirea mecanică.
- 36). Unghiul de atac este unghiul măsurat între:
- planul de bază și planul de măsurare;
  - în planul de măsurare;
  - în planul de bază.
- 37). Unghiul de așezare se măsoară:
- în planul muchiei de așchiere;
  - în planul de bază;
  - în planul de măsurare.
- 38). Între unghiurile  $\kappa$ ,  $\kappa'$  și  $\varepsilon$  există relațiile:
- $k = k' + e$  ;
  - $k + k' + e = p$  ;
  - $k + k' + e = \frac{p}{2}$  .
- 39). Unghiurile  $\alpha_n$ ,  $\beta_n$  și  $\gamma_n$  se măsoară în:
- planul de bază;
  - planul de măsurare;
  - planul muchiei de așchiere.
- 40). Planul muchiei de așchiere se definește ca fiind:
- planul ce conține muchia de așchiere;
  - plan perpendicular pe muchia de așchiere;
  - plan tangent muchiei de așchiere și perpendicular pe planul de bază.

## RĂSPUNSURI

- 1). Planul de bază constructiv se definește ca fiind perpendicular pe:
  - a). direcția de avans;
  - b). **direcția mișcării de așchiere;**
  - c). axa sculei.
- 2). Planul muchiei de așchiere se definește ca fiind perpendicular pe:
  - a). direcția mișcării de așchiere;
  - b). axa semifabricatului;
  - c). **planul de bază constructiv.**
- 3). Tăișul de trecere se notează cu:
  - a).  $b_e$ ;
  - b).  $r_\beta$ ;
  - c).  $r_\gamma$ .
- 4). Coeficientul de contracție longitudinal a așchiei arată că așchia:
  - a). **se scurtează;**
  - b). se îngroașă;
  - c). se rupe.
- 5). Așchiera liberă are semnificația:
  - a). lucrul cu semifabricatul nefixat;
  - b). **lucrul cu o singură muchie de așchiere;**
  - c). așchiile cad neorientate.
- 6). Mărimea forței de așchiere este proporțională cu:
  - a). aria geometrică a așchiei;
  - b). **lățimea așchiei;**
  - c). coeficientul de contracție longitudinal.
- 7). Influența adâncimii de așchiere asupra mărimii forței principale este:
  - a). **mai mare decât influența mărimii avansului;**
  - b). egală;
  - c). nesemnificativă.
- 8). Creșterea mărimii unghiului de degajare a sculei conduce la:
  - a). **scăderea mărimii forței de așchiere;**
  - b). creșterea mărimii forței de așchiere;
  - c). are o influență nesemnificativă.
- 9). Mărimea momentului de torsiune la burghiere este influențată de:
  - a). mărimea diametrului sculei;
  - b). mărimea avansului de lucru;
  - c). **ambele.**
- 10). Uzura prin abraziune apare ca preponderentă la lucrul cu scule din:
  - a). carburi metalice;
  - b). **oțeluri de scule;**
  - c). diamant.
- 11). Uzura prin difuziune se produce cu preponderență:
  - a). **la temperaturi mari;**
  - b). **la lucrul cu viteze mari de așchiere;**

- c). în prezența fluidelor de aşchiere.
- 12). Burghiile se uzează cu precădere pe:
- suprafața principală de aşzare;
  - în lungul canalului de evacuare a aşchiilor;
  - în zona tăişului transversal.
- 13). Mărimea asperității geometrie la strunjire este proporțională cu:
- unghiul de atac principal;
  - mărimea avansului;
  - mărimea adâncimii de aşchiere.
- 14). Mărimea vitezei de aşchiere conduce la:
- diminuarea rugozității suprafeței generate;
  - reducerea mărimii forței de aşchiere;
  - nu are nici o influență.
- 15). Lucrul mecanic de aşchiere se transformă în căldură în proporție de:
- 99%;
  - 9%;
  - 50%.
- 16). Mărimea vitezei de aşchiere are ca efect:
- mărirea temperaturii tăişului sculei;
  - diminuarea temperaturii tăişului;
  - nu are influență.
- 17). Durabilitatea sculei se măsoară în:
- grame / minut;
  - minute;
  - grade.
- 18). La rabotare se utilizează o mişcare de avans:
- continuă;
  - intermitentă;
  - neuniformă.
- 19). Viteza de aşchiere utilizată la rabotare variază de regulă între limitele:
- 10-30 m / min;
  - 0,1-0,3 m / min;
  - 30-100 m / min.
- 20). Prin broşare se generează numai suprafețe profilate:
- interioare;
  - exterioare;
  - de ambele tipuri.
- 21). Dintre schemele de broşare în care este asigurată forța de broşare relativ mai mică:
- de generare;
  - de profil;
  - progresivă.
- 22). Supraînălțarea pe dinte la broşare variază între:
- 0,02-0,3 mm;
  - 0,5-1 mm;
  - 0,001-0,02 mm.
- 23). Forța de broşare este proporțională cu:

- a). **aria transversală a așchiei;**
  - b). numărul de dinți al sculei;
  - c). **numărul de dinți în contact cu semifabricatul.**
- 24). Criteriul specific de uzare a dinților broșei este:
- a). **criteriul  $V_B$ ;**
  - b). criteriul  $K_T$ ;
  - c). criteriul  $K_M$
- 25). Adâncimea de așchiere la strunjirea unei piese cilindrice se măsoară:
- a). în lungul axei piesei;
  - b). în planul de lucru;
  - c). **perpendicular pe planul de lucru.**
- 26). Durabilitatea economică a unui cuțit de strung este cuprinsă între:
- a). **60-150 min;**
  - b). 6-15 min;
  - c). 600-1500 min.
- 27). O metodă de strunjire a suprafețelor conice este prin:
- a). **înclinarea săniei port-cuțit;**
  - b). înclinarea ghidajelor mașinii;
  - c). înclinarea turelei.
- 28). Suprafețele conice generate cu generatoare materializată pot avea lungimi ale generatoarelor de maxim:
- a). **20-25 mm;**
  - b). 200-250 mm;
  - c). 2-2,5 mm.
- 29). Avansul pe dinte la frezare se măsoară în:
- a). **mm / dinte;**
  - b). radiani / dinte;
  - c). grade / dinte.
- 30). Operația de lărgire se referă numai la:
- a). prelucrarea unui alezaj înfundat;
  - b). **mărirea diametrului unui alezaj;**
  - c). găurire din plin.
- 31). Avansul la operația de lărgire pentru același diametru al sculei ca la găurirea în plin este:
- a). egal;
  - b). mai mic decât la burghiere;
  - c). **mai mare decât la burghiere.**
- 32). Alezoarele fixe au un număr de:
- a). 2 dinți;
  - b). 3-4 dinți;
  - c). **6-12 dinți.**
- 33). Rectificarea rotundă exterioară între vârfuri a suprafețelor foarte lungi poate fi făcută cu:
- a). **avans longitudinal;**
  - b). avans transversal;
  - c). avans înclinat.

- 34). Rectificarea planetară se referă la:
- prelucrarea suprafețelor cilindrice interioare;**
  - prelucrarea suprafețelor plane;
  - prelucrarea suprafețelor profilate exterioare.
- 35). Honul este o sculă utilizată la:
- rectificare;
  - honuirea manuală;**
  - honuirea mecanică.**
- 36). Unghiul de atac este unghiul măsurat:
- planul de bază și planul de măsurare;
  - în planul de măsurare;
  - în planul de bază.**
- 37). Unghiul de așezare se măsoară:
- în planul muchiei de așchiere;
  - în planul de bază;
  - în planul de măsurare.**
- 38). Între unghiurile  $\kappa$ ,  $\kappa'$  și  $\varepsilon$  există relațiile:
- $k = k' + e$  ;
  - $\kappa + \kappa' + \varepsilon = \pi$  ;
  - $k + k' + e = \frac{p}{2}$  .
- 39). Unghiurile  $\alpha_n$ ,  $\beta_n$  și  $\gamma_n$  se măsoară în:
- planul de bază;
  - planul de măsurare;**
  - planul muchiei de așchiere.
- 40). Planul muchiei de așchiere se definește ca fiind:
- planul ce conține muchia de așchiere;
  - plan perpendicular pe muchia de așchiere;
  - plan tangent muchiei de așchiere și perpendicular pe planul de bază.**