

TEMATICA ȘI BIBLIOGRAFIE

FREZOR

- I. - **MANUALUL FREZORULUI** – Georgescu G. S.a. Ed. Tehnica 1977
 - 1. Cap. 1 – Notiuni despre aschierea prin frezare; pag. 5 – 19.
 - 2. Cap. III – Freze; pag. 50 – 64
 - 3. Cap. IV - Masini de frezat; pag. 96 – 99
 - 4. Cap. VIII – Lucrarea de frezare; pag.176 – 180
 - 5. Cap. X – Intretinerea si exploatarea utilajului de frezat; pag. 294 – 297
 - 6. Cap. XI – Organizarea locului de munca si masuri de protectie a muncii; pag. 303 – 306
- II. – **LEGEA 319/2006** – a securității și sănătății în muncă, (actualizată)
 - 1. Cap. IV – Obligatiile lucratorilor

CAPITOLUL I

NOȚIUNI DESPRE AȘCHIEREA PRIN FREZARE

1. PROCESUL DE AȘCHIERE A METALELOR

Confecționarea oricărei piese metalice se realizează printr-o serie de operații fizice (formare plastică, așchiere etc.), completate uneori cu tratamente termice, electrochimice etc., având drept scop modificarea formei, dimensiunilor și chiar a constituției materialului de bază.

Ansamblul acestor operații, care se prezintă diferit pentru fiecare fel de piesă, este denumit proces tehnologic de prelucrare. Operațiile de așchiere au o largă răspindire, caracterizându-se prin desprinderea de așchii cu ajutorul sculelor așchietoare. În cele ce urmează vor fi arătate elementele care caracterizează aceste operații de așchiere.

1.1. MIȘCĂRILE PIESEI ȘI SCULEI LA AȘCHIERE

Prelucrarea prin așchiere rezultă din două mișcări distincte ale mașinii-unelte și anume:

— *mișcarea principală*, care la unele mașini-unelte (la strunguri și raboteze) este executată de piesa de prelucrat, iar la altele (la mașini de frezat, mașini de mortezat) este executată de scula așchietoare; mișcarea principală poate fi de *rotatie* (de exemplu, la strung, la mașina de frezat etc.) sau *rectilinie alternativă* (de exemplu, la mașina de mortezat, șeping, raboteză etc.);

— *mișcarea secundară sau mișcarea de avans*, al cărei rol este de a introduce tăișul sculei în straturi noi de metal, și care este executată la unele mașini-unelte (la strung și raboteză) de

către scula de aşchiere, iar la altele (la maşina de frezat) — de către piesa de prelucrat.

Mişcarea secundară poate fi longitudinală (laterală) sau transversală (de adâncime).

12. REGIMUL DE AŞCHIERE

Elementele care caracterizează regimul de aşchiere sînt: adîncimea de aşchiere, avansul şi viteza de aşchiere.

Adîncimea de aşchiere este distanţa dintre suprafaţa care urmează a fi prelucrată şi cea prelucrată, măsurată pe o perpendiculară la aceasta din urmă (fig. 1 şi 2); se notează cu a şi se exprimă în milimetri.

Avansul este mărimea deplasării sculei aşchietoare în raport cu piesa de prelucrat (sau invers), efectuată într-un interval determinat de timp în cursul mişcării secundare. Astfel, la strunjire, avansul este mărimea deplasării cuţitului în mişcarea secundară, în cursul unei rotaţii complete (fig. 1), iar la rabotare este mărimea deplasării cuţitului în mişcarea secundară, după fiecare cursă longitudinală a mesei rabotezei (fig. 2). Avansul se numeşte longitudinal (lateral) cînd nu se modifică adîncimea de aşchiere şi transversal (de adîncime), cînd are ca rezultat modificarea adîncimii de aşchiere.

Avansul se măsoară în milimetri, după cum urmează:

avans pe minut sau viteză de avans; se notează cu s_m şi se exprimă în milimetri pe minut (mm/min);

— *avans pe rotaţie*; acesta reprezintă deplasarea piesei la o rotaţie completă a sculei (sau invers); se notează cu s_r şi se

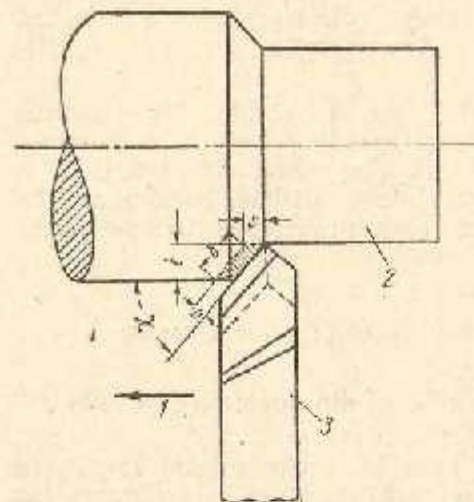


Fig. 1. Schema procesului de aşchiere la strunjire

1 — sensul avansului; 2 — piesa; 3 — scula;
a — grosimea aşchilor; b — lăţimea aşchii;
s — avansul; t — adîncimea de aşchiere;
r — unghiul de aşchiere principal.

exprimă în milimetri pe rotaţie (mm/rot); în cazul frezării $s_r = s_m \cdot z$, în care s_m este avansul pe dinte, iar z — numărul de dinţi ai frezei;

— *avans pe cursă dublă*; acesta reprezintă deplasarea piesei pentru o cursă dublă a sculei (sau invers); se notează cu $s_{c.d.}$ şi se exprimă în milimetri pe cursă dublă (mm/c.d.);

— *avans pe dinte*; se referă la sculele cu mai multe tăişuri (de exemplu, frezele) şi reprezintă deplasarea piesei la o rotaţie corespunzătoare unui dinte al frezei; se notează cu s_d şi se exprimă în milimetri pe dinte (mm/dinte).

Viteza de aşchiere este drumul parcurs în unitatea de timp de tăişul sculei în raport cu suprafaţa de aşchiat a piesei; se notează cu v şi se exprimă în metri pe minut (m/min).

La maşinile-unelte cu mişcare principală rectilinie, viteza de aşchiere este viteza medie de lucru a cuţitului (de exemplu, la maşinile de mortezat, la şepinguri) sau a mesei (de exemplu, la maşinile de rabotat), după cum mişcarea principală este executată de cuţil sau de piesă (masa maşinii-unelte).

La maşinile-unelte cu mişcare principală de rotaţie (de exemplu, la strunguri), viteza de aşchiere este viteza periferică a mişcării de rotaţie şi se exprimă prin relaţia:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ [m/min]}, \quad (1)$$

în care:

v este viteza de aşchiere, în m/min;

D — diametrul axului de prelucrat (înainte de prelucrare), în mm;

n — numărul de rotaţii pe minut ale piesei sau ale sculei, în rot/min.

Din această formulă se poate deduce şi turaţia axului, atunci cînd se cunosc diametrul lui şi viteza de aşchiere.

Exemplul 1. Determinarea vitezei de aşchiere. Să se determine viteza de aşchiere a unui ax, care are diametrul de 80 mm şi se roteşte cu turaţia de 600 rot/min.

Introducînd datele cunoscute în relaţia (1), se obţine valoarea căutată a vitezei de aşchiere:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 600}{1000} = 150,72 \text{ m/min.}$$

Exemplul 2. *Determinarea turației.* Să se stabilească turația cu care trebuie să se rotească axul principal al unei strung în cazul prelucrării unui ax cu diametrul de 50 mm și o viteză de așchiere de 47 m/min.

Folosind formula (1), în care se introduc datele cunoscute, se obține:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 47}{3,14 \cdot 50} \approx 300 \text{ rot/min.}$$

Valorile reale ale vitezelor de așchiere se obțin de fapt cu formule mult mai complexe, care trebuie să conțină toți factorii principali de care depinde viteza de așchiere și anume: adâncimea de așchiere, avansul, duritatea metalului care se prelucraază, calitatea materialului din care este confecționată scula, parametrii geometrici ai sculei, răcirea; la

frezare, viteza de așchiere mai depinde direct și de diametrul și numărul de dinți ai frezei, cum și de lățimea de frezare.

Pentru a se evita folosirea acestor formule care necesită calcule dificile, s-au întocmit tabele care conțin valorile vitezelor de așchiere stabilite cu ajutorul acestor formule, cum și pe baza cercetărilor experimentale.

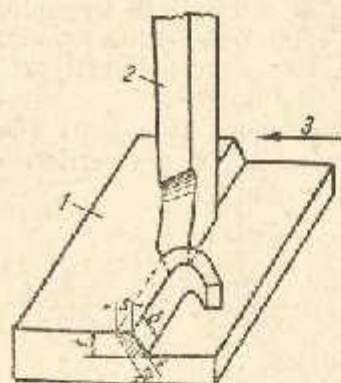


Fig. 2. Schema procesului de așchiere la rabotare:

1 - piesa; 2 - scula; 3 - avansul; a - grosimea așchii; b - lățimea așchii; s - avansul; t - adâncimea de așchiere.

Lățimea așchii este distanța dintre suprafața de așchiat și cea așchiată, măsurată pe suprafața de așchiere (fig. 1 și 2); se notează cu b și se exprimă în milimetri (mm).

Grosimea așchii este distanța dintre două poziții succesive ale suprafeței de așchiere, măsurată pe perpendiculara la lățimea așchii (fig. 1 și 2); se notează cu a și se exprimă în milimetri (mm).

1.3. DIMENSIUNILE ȘI FORMA SECȚIUNII AȘCHILOR

Alte elemente care caracterizează fenomenele legate de procesul de așchiere sunt lățimea și grosimea așchii.

Între grosimea așchii și avans, respectiv între lățimea așchii și adâncimea de așchiere (fig. 1), există următoarele relații:

$$a = s \cdot \sin \alpha; \quad (2)$$

$$b = \frac{t}{\sin \alpha}, \quad (3)$$

în care:

a este grosimea așchii;

b — lățimea așchii;

s — avansul;

t — adâncimea de așchiere;

α (kapa) — unghiul de atac principal.

În cazul când tăișul este înclinat cu un unghi $\alpha = 90^\circ$, din relațiile (2) și (3) rezultă că grosimea așchii a este egală cu avansul s , iar lățimea așchii b este egală cu adâncimea de așchiere t .

Secțiunea așchii, când tăișul cuțitului este drept, se prezintă ca o suprafață patrulateră, având ca laturi grosimea și lățimea așchii, respectiv avansul și adâncimea de așchiere (fig. 3, a și b); se notează cu q și se exprimă în milimetri pătrați (mm²). În acest caz, mărimea secțiunii așchii este dată de relația:

$$q = a \cdot b = s \cdot t. \quad (4)$$

Când tăișul cuțitului este curb, secțiunea așchii are forma unei virgule (fig. 3, c).

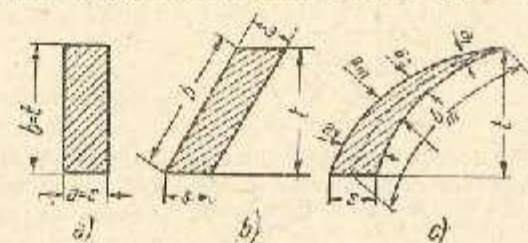


Fig. 3. Secțiuni de așchii cu diferite forme: a, b — secțiuni cu formă patrulateră; c — secțiune cu formă de virgulă; a — grosimea așchii la secțiunile patrulatere; b — lățimea așchii la secțiunile patrulatere; s — grosimea medie a așchii la secțiunea în virgulă; b, a — lățimea medie a așchii la secțiunea în virgulă; a₁, a₂, a₃ — grosimi în diferite puncte ale așchii cu forma de virgulă; s — avansul; t — adâncimea de așchiere.

1.1. FORȚELE LA CARE SÎNT SOLICITATE SCULELE ȘI MAȘINILE-UNELTE

a) Apăsarea de așchiere

Apăsarea de așchiere este forța care se exercită asupra sculei așchietoare în cursul așchierii; se notează cu F și se exprimă în kilograme-forță (kgf).

Pentru cazul așchierii prin strunjire, luat ca exemplu în fig. 4, apăsarea de așchiere F se poate descompune, corespunzător mișcărilor piesei și cuțitului, în trei componente:

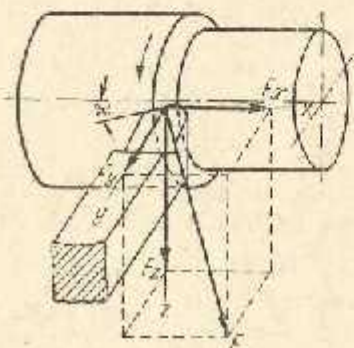


Fig. 4. Apăsarea de așchiere:
 F_x — apăsarea de avans; F_y — apăsarea de respingere; F_z — apăsarea principală de așchiere.

— apăsarea principală de așchiere F_z este componenta verticală a forței F ; ea este îndreptată după direcția vitezei de așchiere și caracterizează apăsarea așchiei asupra cutitului;

— apăsarea de avans F_x este componenta axială a forței F ; ea este orientată în sens invers cu mișcarea de avans, solicițind mecanismul de avans;

— apăsarea de respingere F_y este componenta forței F orientată în sens contrar cu avansul transversal și are deci tendința de a respinge scula așchietoare de pe piesă.

Cea mai importantă din punctul de vedere al așchierii este componenta verticală F_z , care dă naștere cuplului rezistent ce trebuie învins de cuplul motor al mașinii-unelte. Datorită acestei forțe F_z , cutitul este supus la încovoiere; pentru evitarea vibrațiilor și a ruperii cutitului este necesar ca partea în consolă a sculei să fie cât mai mică. Pentru calcularea aproximativă a apăsării principale de așchiere, se folosește formula:

$$F_z = K_f \cdot q \quad [\text{kgf}], \quad (5)$$

în care:

K_f este rezistența specifică de așchiere, corespunzătoare materialului respectiv, în kgf/mm^2 ;

q — secțiunea transversală a așchiei, în mm^2 .

Valorile obținute pentru F_z cu formula (5) sînt numai aproximative, deoarece această formulă nu cuprinde parametrii care

stabilesc variația apăsării specifice de așchiere în funcție de variația secțiunii transversale a așchiei și de forma capului cuțitului. Cînd se fac calcule precise, este necesar să se aibă în

Tabela 1

Valorile rezistenței specifice de așchiere K_f

Materialul de prelucrat	Rezistența la rupere σ_r , kgf/mm^2	Duritatea Brinell H_B	K_f , kgf/mm^2
Oțel carbon de construcție . . .	60	—	130
	60	—	160
	70	—	200
	80	—	220
	90	—	270
Fontă cenușie	—	150	70
	—	170	90
	—	190	100
	—	210	110
Bronz	—	—	60
	—	—	100

vedere atât secțiunea așchiei, cit și valorile folosite pentru avans și adîncimea de așchiere. Pentru lucrările de atelier, însă, exactitatea formulei (5) este satisfăcătoare. În tabela 1 sînt indicate valorile rezistenței specifice de așchiere K_f în funcție de materialul prelucrat.

Exemplu de calcul. Să se determine valoarea forței de așchiere la prelucrarea unei piese de oțel, cînd cînd rezistența la rupere $\sigma_r = 60 \text{ kgf/mm}^2$ și secțiunea așchiei $q = 5 \text{ mm}^2$.

Introducînd în formula (5) valorile lui K_f (din tabela 1) și q se obține:

$$F_z = K_f \cdot q = 130 \cdot 5 = 650 \text{ kgf}.$$

b) Apăsarea specifică de așchiere

Apăsarea specifică de așchiere este dată de valoarea raportului dintre apăsarea principală de așchiere F_z și secțiunea așchiei q ; se notează cu p și se exprimă în kilograme-forță pe milimetru pătrat (kgf/mm^2).

Formula pentru calculul apăsării specifice de așchiere este:

$$p = \frac{F_z}{q}, \quad (6)$$

în care:

- p este apăsarea specifică de aşchiere, în kgf/mm^2 ;
 F_z — apăsarea principală de aşchiere, în kgf ;
 q — secţiunea aşchiel, în mm^2 .

Pentru acelaşi material, apăsarea de aşchiere este variabilă şi depinde de aceleaşi condiţii ca şi forţa de aşchiere F_z , în special cu mărimea secţiunii aşchiel. Din această cauză, la aprecierea unui material din punctul de vedere al apăsării de aşchiere se ia ca bază rezistenţa specifică de aşchiere.

c) Rezistenţa specifică de aşchiere

Rezistenţa specifică de aşchiere a unui material este egală cu apăsarea specifică de aşchiere în următoarele condiţii:

- unghiul de aşchiere $\phi = 75^\circ$;
- unghiul de atac $\alpha = 45^\circ$;
- adâncimea de aşchiere $t = 5 \text{ mm}$;
- tăişul cuţitului rectiliniu, orizontal;
- avansul $s = 1 \text{ mm/rot}$;
- vârful cuţitului rotunjit, cu raza $r = 1 \text{ mm}$;
- condiţii de lucru uscat.

După cum s-a mai arătat, rezistenţa specifică de aşchiere se notează cu K_f şi se exprimă în kilograme-forţă pe milimetru pătrat (kgf/mm^2).

d) Cuplul de aşchiere

La maşinile-unelte la care sculele sau piesele execută o mişcare principală de rotaţie, apăsarea principală de aşchiere F_z dă naştere unui *cuplu rezistent de aşchiere*, care trebuie să fie mai mic decât cuplul motor al axului principal al maşinii-unelte. În cazul cînd cuplul de aşchiere depăşeşte cuplul motor, maşina-unelte se opreşte.

Cuplul de aşchiere se notează cu M şi se exprimă în kilogram-forţă-metri; el se calculează cu formula:

$$M = \frac{D \cdot F_z}{2 \cdot 1000}, \quad (7)$$

în care:

- M este cuplul de aşchiere, în kgfm ;
 F_z — apăsarea principală de aşchiere, în kgf ;
 D — diametrul sculei, în mm .

e) Puterea de aşchiere

Puterea de aşchiere este puterea utilă pentru efectuarea aşchierii; ea depinde de metalul care se prelucurează, de elementele regimului de aşchiere (avans, adâncime de aşchiere etc.), de parametrii geometrici ai sculei etc.

Puterea de aşchiere se notează cu P şi se exprimă în kilowaţi (kW) sau în cai-putere (CP), după cum se calculează cu una sau cealaltă din formulele:

$$P = \frac{F_z \cdot v \cdot 0,736}{60 \cdot 75} = \frac{F_z \cdot v}{8120} [\text{kW}]; \quad (8)$$

$$P = \frac{F_z \cdot v}{60 \cdot 75} = \frac{F_z \cdot v}{4500} [\text{CP}]. \quad (9)$$

în care:

- P este puterea de aşchiere, în kW *) sau CP ;
 F_z — apăsarea principală de aşchiere, în kgf ;
 v — viteza de aşchiere, în m/min .

Cunoscînd puterea de aşchiere, se poate deduce puterea pe care trebuie să o aibă motorul electric cu care se realizează mişcarea principală, folosind formula:

$$P_m = \frac{P}{\eta}, \quad (10)$$

în care:

- P_m este puterea motorului electric, în kW ;
 P — puterea de aşchiere, în kW ;
 η — randamentul maşinii-unelte.

Pentru randamentul maşinii-unelte se ia, în general, o valoare medie, $\eta = 0,8$.

Exemplu de calcul. Să se determine puterea necesară unui strung la care trebuie să se strunjască o piesă de lemn cu duritatea Brinell $H_B = 170$, cu aşchii de secţiune $q = 15 \text{ mm}^2$ şi cu o viteză de aşchiere $v = 20 \text{ m/min}$.

Folosind formulele (5), (3) şi (10) rezultă:

$$P_m = \frac{P}{\eta} = \frac{F_z \cdot v}{6120 \cdot \eta} = \frac{K_f \cdot q \cdot v}{6120 \cdot \eta}.$$

*) Într-o unităţile CP şi kW există următoarele relaţii:

1 $\text{CP} = 0,736 \text{ kW} \approx 3/4 \text{ kW}$;
 1 $\text{kW} = 1,36 \text{ CP} \approx 4/3 \text{ CP}$.

Din tabela 1 se deduce: $K_f = 90$

Introducând datele cunoscute în formula de mai sus, se obține:

$$P_m = \frac{K_f \cdot q \cdot v}{6 \cdot 120 \cdot \eta} = \frac{90 \cdot 15 \cdot 20}{6 \cdot 120 \cdot 0,8} = 5,5 \text{ kW.}$$

2. ASCHIEREA PRIN FREZARE

2.1. GENERALITĂȚI

Frezarea este operația de așchiere a metalelor la mașini de frezat, executată, în general, cu ajutorul sculelor așchietoare numite freze; ea se folosește de obicei la prelucrarea suprafețelor plane, suprafețelor profilate, canalelor de pană, prelucrarea danturii la roțile dințate etc.

Frezele sunt prevăzute cu mai mulți dinți și deci cu mai multe tășuri care delasează succesiv din corpul piesei de prelucrat așchii, de obicei în formă de virgule. Pentru detașarea așchiilor, freza execută o mișcare de rotație în jurul axei sale, concomitent cu o mișcare de avans a piesei, sau uneori a frezei.

La prelucrarea suprafețelor plane se folosește, în mod obișnuit, *freze cilindrice*, cu dinți așezați pe suprafața laterală a unui cilindru, *freze frontale* și *freze cilindro-frontale*, la care tășurile dinților sunt dispuse atât pe suprafața laterală a cilindrului, cât și pe una sau pe ambele părți frontale. După cum se folosesc unele sau altele dintre aceste freze, operațiile de frezare sunt cilindrice, frontale sau cilindro-frontale.

Frezarea cilindrică (fig. 5) este executată cu freze cilindrice și se folosește, de obicei, la prelucrarea suprafețelor plane sau la retezarea pieselor cu freze disc. În acest caz, avansul de adâncime este perpendicular pe axa frezei și este recomandabil ca adâncimea de așchiere să fie egală cu adaosul de prelucrare.

Frezarea frontală (fig. 6) este realizată cu ajutorul frezelor frontale și se utilizează, în general, la prelucrarea suprafețelor perpendiculare pe axa de rotație a frezei. La frezarea frontală, este preferabil ca diametrul frezei să fie mai mare decât lățimea de frezare și ca frezarea să fie simetrică, adică axul frezei să se deplaseze pe mijlocul suprafeței care se prelucurează. În acest caz, grosimea așchiilor fiind aceeași, așchierea se face mai uniform decât la frezarea cilindrică și vibrațiile sunt mai reduse.

Frezarea se numește *cilindro-frontală* când se utilizează freze cilindro-frontale la prelucrarea suprafețelor în trepte și a canalelor.

După sensul de rotire a frezei, în raport cu sensul de deplasare a piesei, se deosebesc două metode de frezare: frezarea contra avansului și frezarea în sensul avansului.

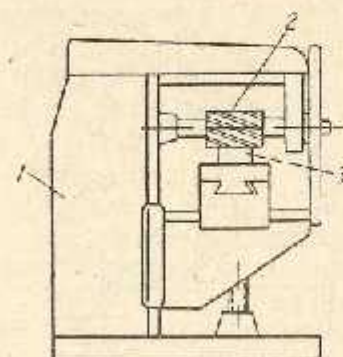


Fig. 5. Frezare cilindrică
1 - mașină de frezat orizontală; 2 - freză cilindrică; 3 - piesă.

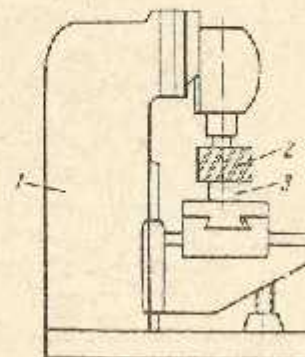


Fig. 6. Frezare frontală:
1 - mașină de frezat verticală; 2 - freză frontală; 3 - piesă.

Frezarea contra avansului (fig. 7) are loc când rotirea frezei se face în sens invers față de sensul mișcării de avans al piesei. În acest caz, fiecare dinte al frezei pătrunde în materialul de prelucrat și desprinde o așchie de obicei în formă de virgule, începând de la vârful ei către secțiunea mai groasă. Dinții frezei sunt solicitați progresiv de la un efort minim, când aceștia intră în material și până la un efort maxim, când secțiunea așchiei este maximă. În momentul contactului cu materialul, dințele frezei alunecă pe o anumită porțiune și numai apoi se înfige pătrunzând efectiv în material și începe să desprindă așchia; frecarea de alunecare provoacă o uzură prematură a sculei, însoțită de încălzirea dinților și piesei, iar uneori duce și la vibrații ale piesei de prelucrat, ale frezei și ale organelor mașinii-unelte.

Frezarea în sensul avansului este metoda cea mai des folosită, deoarece frezele au o durabilitate mai mare, dinții fiind solicitați în timpul așchierii la eforturi progresive și nu brusc. De asemenea, în acest caz și calitatea suprafeței prelucrate este îmbunătățită, datorită faptului că fiecare dinte al frezei, trecând inițial pe o suprafață prelucrată de dintele anterior, netezește urmele de prelucrare lăsate de acesta.

Frezarea în sensul avansului, numită și *frezare prin înghițire* (fig. 8), se referă la așchierea în care sensul de rotație a frezei este același cu sensul mișcării de avans al piesei. În acest caz, dinții frezei pătrund brusc în material și desprind așchii.

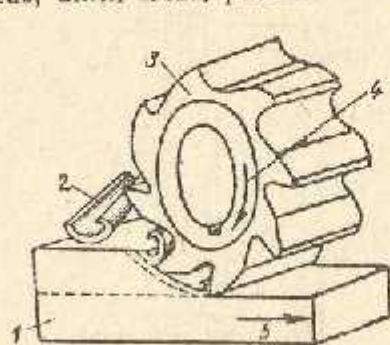


Fig. 7. Frezarea contra avansului:
1 - piesă; 2 - așchie; 3 - freză;
4 - sensul mișcării principale;
5 - sensul mișcării de avans.

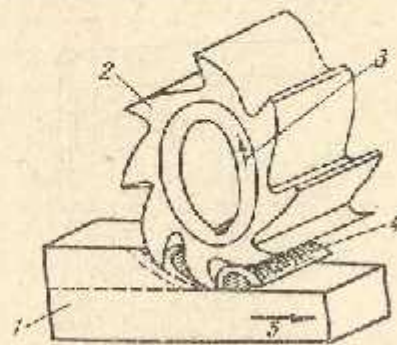


Fig. 8. Frezarea în sensul avansului:
1 - piesă; 2 - freză; 3 - sensul mișcării principale; 4 - așchie; 5 - sensul mișcării de avans.

de obicei în formă de virgule, începând cu partea mai groasă a acestora. Din această cauză, frezarea este însoțită de trepidații, iar pe suprafața prelucrată apar deseori asperități; eliminându-se însă alunecarea dinților, durabilitatea sculei crește.

Frezarea în sensul avansului se folosește, în mod obișnuit, la frezarea rapidă și la prelucrări cu mașini de frezat care au o construcție rigidă și fără jocuri în mecanismul de avans al mesei mașinii; se mai utilizează de asemenea, la frezarea canalelor adânci și, în general, a materialelor cu duritate mare. Nu se recomandă folosirea acestei metode la frezarea de degroșare a pieselor forjate sau turnate, deoarece dinții frezei pătrund inițial în stratul de material cu crustă și se uzează repede.

Pentru a se ajunge la dimensiunile necesare ale piesei, care se prelucurează, se efectuează mai întâi frezarea de degroșare și la sfârșit frezarea de finisare.

Frezarea de degroșare este operația prin care se îndepărtează de pe piesă cea mai mare parte din adaosul de prelucrare și este urmată de obicei de frezarea de finisare. La frezarea de degroșare, se folosesc freze cu dinți mari pentru asigurarea rigidității și a unei evacuări așchiilor. Regimul de așchiere utilizat este viteză de așchiere mică și avans longitudinal mare.

Frezarea de finisare este precedată în mod obișnuit de frezarea de degroșare și se folosește pentru îndepărtarea ultimului strat de metal din adaosul de prelucrare. Prin această operație, piesa care se prelucurează obține concomitent cu dimensiunea indicată în desenul de execuție și o suprafață netedă. Pentru asigurarea condițiilor de calitate a suprafeței prelucrate, la ascuțirea frezelor se recomandă un unghi de atac secundar foarte mic sau egal cu zero; în acest caz, tășurile secundare elimină asperitățile lăstate de trecerea tășurilor principale. Pentru acest motiv se obișnuiește ca la frezarea de finisare a suprafețelor plane să se folosească uneori freze frontale, la care unul sau mai mulți dinți au unghiul de atac egal cu zero. În ce privește regimul de așchiere, finisarea se realizează cu avans mic și viteză de așchiere mare.

Sub aspectul regimului de așchiere, operațiile de frezare se clasifică în operații de frezare obișnuită și operații de frezare rapidă.

Frezarea obișnuită, numită și *frezare normală*, este folosită de obicei la prelucrări la care fie forma pieselor, fie construcția mașinii-unelte, nu permit folosirea vitezelor de așchiere ridicate. Atât parametrii geometrici ai frezelor, cât și regimurile de așchiere pentru frezarea obișnuită sînt arătate în detaliu la capitolele respective.

Frezarea rapidă se caracterizează în deosebi prin viteză mare de așchiere, ceea ce impune folosirea mașinilor de frezat care au o construcție rigidă și permit încărcarea motoarelor electrice la puterea lor nominală.

Pentru frezarea rapidă se recomandă frezarea în sensul avansului și folosirea frezelor cu unghi de degajare negativ; în lipsa acestora se pot utiliza și frezele cu unghi de degajare pozitiv. Sculele folosite în mod obișnuit la frezarea rapidă sînt frezele frontale pentru operații de frezare plană, frezele-disc pentru canale și frezele profilate pentru prelucrarea profilurilor. Frezele frontale și în special capetele de frezat sînt cele mai des folosite, deoarece acestea permit utilizarea plăcilor de aliaj dur.

La frezarea rapidă cu freze frontale prevăzute cu plăci de aliaj dur, gradul de finete a suprafeței prelucrate este mai înalt decît la prelucrarea cu freze din oțel rapid și la

viteze de aşchiere reduse. În cazul avansurilor mici pe dinte (0,05—0,06 mm), calitatea suprafeţii prelucrate se apropie de calitatea suprafeţii rectificată.

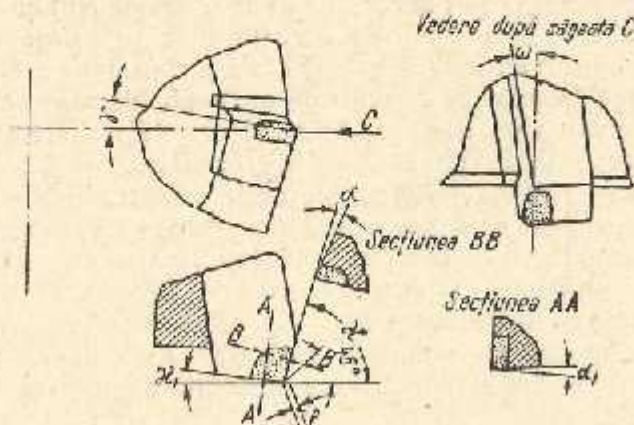


Fig. 9. Parametrii geometrici ai dinților la frezele frontale pentru frezare rapidă

α — unghi de aşchiere principal; α_1 — unghi de aşchiere frontal; κ — unghi de atac principal; κ_1 — unghi de atac secundar; γ — unghi de degajare principal; ω — unghi de inclinație al canalului elicoidal; f — lăţimea faţetei.

Parametrii geometrici optimi ai dinților pentru frezele frontale folosite în special la frezarea rapidă a oțelurilor aliate sunt arătați în fig. 9, iar mărimea lor este indicată în tabela 2.

Tabela 2

Parametrii geometrici ai dinților frezelor frontale pentru aşchiere rapidă

Parametrii geometrici	Valori	Parametrii geometrici	Valori
Unghiul de degajare principal, γ	-10°	Unghiul de atac secundar, κ_1	12°
Unghiul de inclinație al canalului elicoidal, ω	-10°	Unghiul de aşchiere principal, α	15°
Unghiul de atac principal, κ	75°	Unghiul de aşchiere frontal, α_1	12°
		Lăţimea faţetei, f	1 mm

În capitolul următor sunt date o serie de indicații asupra regimului de aşchiere.

2.2. ELEMENTE CARACTERISTICE ALE PROCESULUI DE AȘCHIERE PRIN FREZARE

a) Mișcările sculei și piesei

Pentru realizarea aşchierii prin frezare sunt necesare două mișcări concomitente: o mișcare principală și o mișcare secundară, numită de avans.

Mișcarea principală este mișcarea de rotație a frezei în jurul axei sale (fig. 7 și 8).

Mișcarea de avans este deplasarea rectilinie orizontală sau verticală, executată de obiectul de piesă și uneori de freză, concomitent cu mișcarea de rotație a frezei (fig. 7 și 8).

b) Grosimea și secțiunea aşchiei

Grosimea aşchiei este distanța variabilă dintre cele două suprafețe de aşchiere generate de tăişurile a doi dinți consecutivi. Grosimea aşchiei se măsoară pe direcția perpendiculară la suprafața inițială de aşchiere; ea se notează cu a și se exprimă în milimetri. Grosimea aşchiei în formă de virgulă

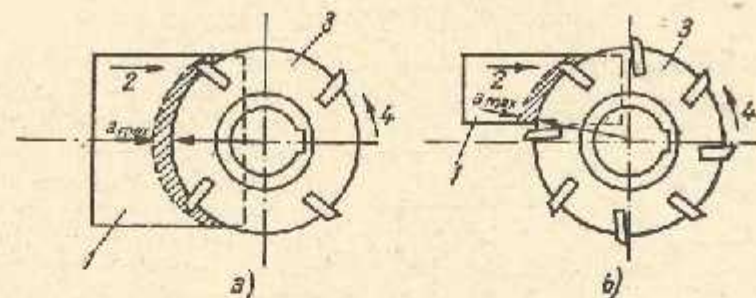


Fig. 10. Așchiere cu freză frontală:

a — aşchiere simetrică; b — aşchiere nesimetrică; 1 — piesă; 2 — sensul mișcării de avans; 3 — freză; 4 — sensul mișcării principale de rotație; a_{max} — grosimea maximă a aşchiei.

variază continuu, de la valoarea zero pe care o are la una din extremități, până la valoarea maximă pe care o are aproape de cealaltă extremitate.

În calcule se folosește *grosimea maximă a aşchiei*, care se notează cu simbolul a_{max} . Formulele pentru calcularea grosimii maxime a aşchiei sunt următoarele:

CAPITOLUL III

FREZE

I. NOȚIUNI DE BAZĂ

Frezele sînt scule cu unul sau cu mai mulți dinți așchietori, așezați simetric, fie pe suprafața laterală a unui corp de rotație, fie pe suprafața frontală a acestuia, fie pe ambele suprafețe. Prin rotirea frezei, dinții intră în acțiune succesiv și efectuează așchieria suprafeței metalice.

Frezele se construiesc cu dinți dintr-o bucată cu corpul, cu dinți aplicați din oțel rapid, sau cu plăci din aliaj dur.

Pentru prindere în axul principal al mașinii-unelte, frezele au fie o coadă (freze cu coadă), fie o gaură axială (freze cu gaură).

1.1. PARȚILE FREZEI

Parțile principale ale frezelor cu coadă sau cu gaură sînt următoarele (fig. 23).

Corpul frezei este întreaga parte metalică a sculei care cuprinde atît partea utilă, cît și partea de fixare; la frezele cu dinți aplicați, corpul este partea în care se fixează dinții demontabili.

Partea utilă este partea frezei prevăzută cu dinți așchietori.

Coada frezei este partea frezei folosită la fixarea acesteia în axul principal al mașinii de frezat.

Gitul frezei este partea frezei dintre partea utilă și coadă.

Dintele este partea proeminentă prevăzută cu tăișuri de așchiere; cînd este executat separat și se montează pe corp se numește dinte demontabil.

Gaura, la frezele cu gaură, folosește la fixarea acestora pe dornul port-freză.

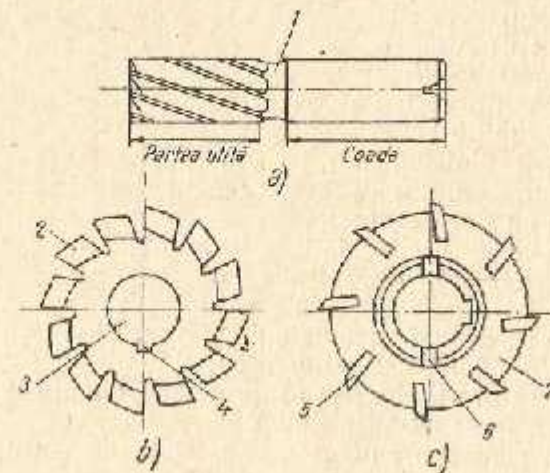


Fig. 23. Parțile principale ale frezei:
a - freză cu coadă; b - freză cu gaură; c - freză cu dinți aplicați; 1 - git; 2 - dinte; 3 - gaură; 4 - canal de pană; 5 - dinte demontabil; 6 - canal de pană frontal; 7 - corpul frezei.

Canalul de pană servește la blocarea frezei pe dornul port-freză cu ajutorul unei pene.

1.2. CLASIFICARE ȘI DESCRIERE

Tipurile de freze folosite în mod obișnuit pentru așchieria metalelor se pot clasifica în mai multe grupe, după următoarele criterii:

După *construcția dinților*:

- freze cu dinți frezați;
- freze cu dinți detașabili.

După *felul suprafeței pe care sînt aplicați dinții*:

- freze cilindrice;
- freze frontale;
- freze cilindro-frontale;
- freze disc;
- freze unghiulare;
- freze profilate.

După modul de fixare a frezei pe axul principal al mașinii de frezat:

— freze cu coadă;

— freze cu gaură.

După construcția frezei:

— freze dintr-o singură bucată;

— freze cuplate;

— freze cu dinți aplicați.

După forma dinților în raport cu axa frezei:

— freze cu dinți drepi;

— freze cu dinți elicoidali.

După sensul canalelor elicoidale:

— freze cu canale elicoidale pe dreapta;

— freze cu canale elicoidale pe stînga.

După felul suprafeței prelucrate:

— freze pentru prelucrarea suprafețelor plane (de exemplu: freze frontale, freze cilindrice etc.);

— freze pentru prelucrarea canalelor (de exemplu: freze disc, freze pentru canale T, freze unghiulare etc.);

— freze pentru prelucrarea suprafețelor profilate (de exemplu: freze profilate convexe sau concave).

În cele ce urmează se face o descriere sumară a frezelor folosite în mod curent și în special a celor pentru care există în prezent elaborate STAS-uri.

a) Freze cu dinți frezați și freze cu dinți detalonați

— Freza cu dinți frezați are dinți de formă trapezoidală sau cu spatele dintelui de formă parabolică sau frîntă. În mod obișnuit, se folosesc frezele cu dinți trapezoidali (fig. 24, a) sau cele cu forma frîntă a spatelui dintelui (fig. 24, b), deoarece se execută mai ușor; ultimile freze sînt preferate, deoarece dinții sînt mai rezistenți decît cei trapezoidali.

Frezele cu dinți frezați sînt foarte răspîndite, deoarece se confecționează ușor, au o durabilitate mare și asigură o bună calitate a suprafeței prelucrate.

Acste freze pot fi: cilindrice, cilindro-frontale, disc, unghiulare etc. și se folosesc în mod obișnuit la prelucrarea suprafețelor plane sau la prelucrarea suprafețelor al căror profil nu trebuie să rămîină riguros constant, pe măsura uzării frezei și reascutirii ei.

Ascutirea frezelor cu dinți frezați se face pe circumferința frezei, rectificîndu-se fațeta f (v. fig. 24). Pentru ca așchiile ce

rezultă la irezare să poată fi ușor eliminate, canalul dintre doi dinți consecutivi se face cît mai mare, iar fundul canalului trebuie rotunjit, această din urmă condiție fiind necesară și

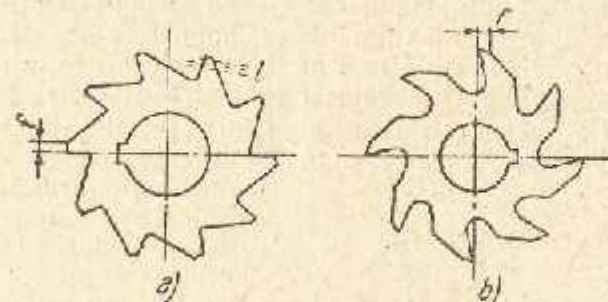


Fig. 24. Freze cu dinți frezați:
a — freze cu dinți trapezoidali; b — freze cu spatele dintelui de formă frîntă; f — fațetă; s — spate succesive de ascutire a dinților.

pentru a se evita apariția fisurilor în timpul tratamentului termic al frezei.

— Freza cu dinți detalonați (fig. 25) este folosită ori de cîte ori este necesar să se prelucereze suprafețe cu un anumit profil ce trebuie riguros respectat (de exemplu: dinții roților dințate, canceluri etc.). Aceasta este posibil, deoarece chiar după ascutiri repetate dinții frezei își păstrează profilul inițial.

În acest scop, spatele dintelui este detalonat, de obicei prin strunjire la strunguri de detalonat, sau pe mașini speciale de rectificat, care permit prelucrarea frezelor cu diferite diametre și cu diferite adîncimi de detalonare.

Curba de detalonare este executată în mod obișnuit după spirala lui Arhimede și se obține prin două mișcări simultane:

1) mișcarea de rotație a dintelui care se prelucurează;

2) mișcarea de translație a cutitului de detalonare spre centrul frezei cu ajutorul unei came care acționează asupra dispozitivului port-cutit.

Ascutirea frezelor detalonate se face în direcția radială și numai pe fața de degajare a dinților.

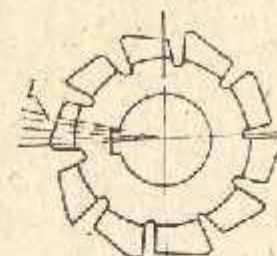


Fig. 25. Freza cu dinți detalonați:
 s — spate succesive de ascutire a dinților.

b) Freze cilindrice

Frezele cilindrice au generatoarele dinților pe suprafața laterală a unui cilindru. Dinții sînt în mod obișnuit dreți, pentru frezele cu o lățime sub 20 mm (de exemplu freze disc) și elicoidali, pentru cele cu lățimi mai mari. De obicei, aceste freze se execută dintr-o singură bucată și cu gaură de fixare pe dorn.

Pentru a reduce consumul de oțeluri speciale, frezele cilindrice cu diametre peste 75 mm se execută uneori cu dinți demontabili (fig. 26); în acest caz, corpul frezei este din oțel carbon de construcție, iar dinții sînt executați din oțel de scule aliat. Fixarea dinților în canalele din corpul frezei se face cu ajutorul unor știfturi, al unor pene și șuruburi etc.

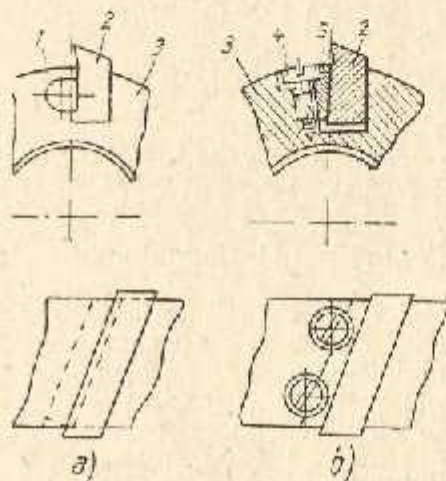


Fig. 26. Freză cu dinți aplicați:
a — fixare cu știfturi; b — fixare cu pene și șuruburi; 1 — știft; 2 — dinți demontabili; 3 — corpul frezei; 4 — șurub; 5 — pană.

Ei sînt lăsați într-o elice, al cărei unghi de înclinație este de 20°. În mod normal, frezele se execută cu dinți elicoidali, pe dreapta, cu așchiere pe dreapta.

Dinții elicoidali au avantajul că apăsarea, la intrarea dintelui în piesă, crește treptat, ceea ce face ca așchieria să se facă fără vibrații și să se realizeze astfel o suprafață prelucrată de bună calitate.

Frezele cilindrice elicoidale cu dinți deși se execută cu diametre de 40—110 mm și lățimi de 30—150 mm.

Ele se folosesc pentru diferite lucrări de finisare și semi-finisare pe mașinile de frezat orizontale.

— *Freza cilindrică elicoidală cu dinți rari* (STAS 2216-51). Această freză (fig. 28) se deosebește de freza cilindrică elicoidală cu dinți deși prin numărul mai redus de dinți și prin unghiul de înclinație a dinților, care în acest caz variază între 40 și 60°. Unghiul de degajare a dinților este de 5—15°, în funcție de caracteristicile materialului care se prelucurează.

Frezele cilindrice elicoidale cu dinți rari se construiesc cu diametre de 75—110 mm și lățimi de 30—150 mm.

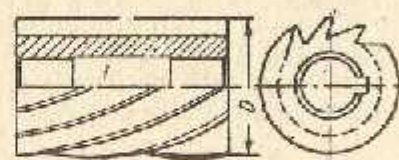


Fig. 27.

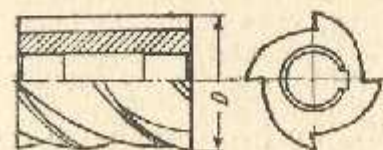


Fig. 28.

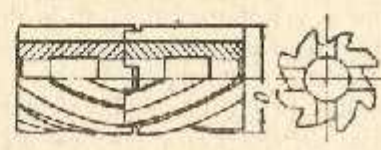


Fig. 29.

Aceste freze au utilizare în special la prelucrarea metalelor ușoare pe mașinile de frezat orizontale.

— *Freza cilindrică cuplată* (STAS 4400-54). Acest tip de freză se execută cu dinți elicoidali pe dreapta sau pe stînga, cu unghi de înclinație mare (pînă la 55°) și cu adîncituri și proeminențe pentru cuplare pe una sau ambele fețe frontale (fig. 29).

Datorită unghiului mare de înclinație a elicei dinților, forțele axiale de așchiere sînt mari; pentru echilibrarea acestor forțe, frezele lucrează cuplate cîte două, una dintre freze avînd canalele elicoidale pe dreapta, iar cealaltă freză — pe stînga. Cînd se prelucurează suprafețe metalice pe lățimi mari, se cuplează mai multe freze; în acest caz se are în vedere ca frezele cu canalele elicoidale pe dreapta să alterneze cu cele pe stînga, pentru ca forțele axiale care apar în timpul așchierii să acționeze în sensuri opuse și astfel să se anuleze.

Frezele cilindrice cuplate se folosesc de obicei la frezarea plană cu avansuri mari, fără trepidatii, la mașinile de frezat orizontale.

c) Freze cilindro-frontale

Frezele cilindro-frontale au, în general, dinți frezați și așezați atât pe partea frontală, cât și pe partea cilindrică a sculei. Ele se construiesc cu gaură sau cu coadă. Pentru prinderea pe domul port-freză, frezele cu gaură sînt prevăzute cu canal de pană longitudinal în alezajul frezei sau cu canal transversal pe fața frontală fără dinți.

În comparație cu frezele cilindrice, frezele cilindro-frontale sînt deseori preferate deoarece:

1) asigură un lucru uniform atât la adaosuri de prelucrare mari, cât și la cele mici, contactul cu piesa depinzînd numai de lățimea de frezare și de diametrul frezei;

2) permit o montare mai simplă a dinților demontabili și în special a plăcilor din aliaje dure, ceea ce le face să fie folosite cu un densăbit randament la operațiile de așchiere rapidă.

Frezele cilindro-frontale cu o utilizare mai mare în cadrul atelierelor mecanice sînt următoarele:

— *Freza cilindro-frontală cu dinți deși* (STAS 579-49). Aceste freze (fig. 30) se execută dintr-o singură bucată și în mod obișnuit cu dinți elicoidali pe dreapta, cu așchiere pe dreapta; unghiul de înclinare a dinților este de obicei de $10-15^\circ$.

Frezele cilindro-frontale cu dinți deși se recomandă la frezarea plană pe mașini de frezat verticale sau orizontale și în special pentru lucrări de finisare sau lucrări de degroșare cu adîncime de așchiere mică și mijlocie.

— *Freza cilindro-frontală cu dinți rari* (STAS 2217-51). Are o construcție asemănătoare frezei cilindro-frontale cu dinți deși, de care diferă prin numărul redus de dinți și prin mărimea unghiului de așezare, care nu depășește 12° (fig. 31).

Aceste freze se utilizează la așchieri de degroșare cu adîncime de frezare mijlocie și mare, la mașinile de frezat verticale iar uneori și la cele orizontale.

— *Freza cilindro-frontală cu coadă cilindrică* (STAS 1684-50). Această freză, numită și *freză deget* (fig. 32) se folosește la prelucrarea de canale și diferite scobituri sau contururi ale pieselor.

În mod obișnuit, freza deget se construiește cu dinți elicoidali pe dreapta, cu așchiere pe dreapta.

Aceste freze au o coadă cilindrică, care se fixează în axul principal al mașinii de frezat verticală sau orizontală, prin intermediul unei mandrine cu bucsă elastică.

— *Freza cilindro-frontală cu coadă conică* (STAS 1683-50). Se utilizează pentru aceleași lucrări ca și freza cu coadă cilindrică.

Partea utilă a frezei este la fel cu cea a frezei descrisă anterior, iar coada conică este prevăzută cu o gaură filetată (fig. 33), pentru șurubul care fixează scula de axul principal al mașinii de frezat.

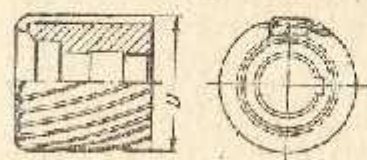


Fig. 30.

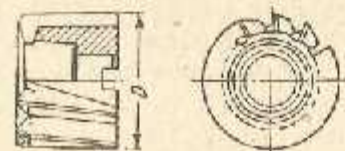


Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 33.



Fig. 34.

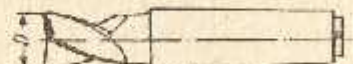


Fig. 35.

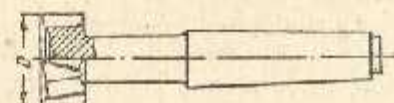


Fig. 36.

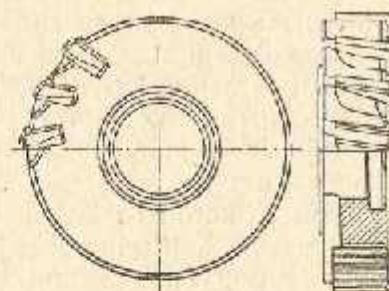


Fig. 37.

— *Freza cu coadă cilindrică pentru canelat* (STAS 1680-50).

În mod normal, această freză se execută cu doi dinți elicoidali pe dreapta, cu așchiere pe dreapta, unghiul de înclinare a elicei fiind de $10-12^\circ$. Dinții sînt detașabili și au o fațetă cilindrică pentru ghidare (fig. 34).

Frezele cu coadă cilindrică cu doi dinți se folosesc la frezarea canalelor precise și, în special, la piesele din metale ușoare.

— *Freza cu coadă conică pentru canelat* (STAS 1681-50). Are aceeași utilizare și construcție ca freza precedentă, cu deosebirea conicității cozii (fig. 35).

— *Freza pentru canale T* (STAS 1682-50). Această freză (fig. 36) se execută, în general, cu dinți elicoidali cu înclinație alternativă a elicei dinților pe dreapta și pe stînga (în zig-zag), cu așchiere pe dreapta și o înclinație a elicei de 10° . Coada se face conică și este prevăzută cu un gît subțire, pentru ca freza să poată pătrunde în canalul frezat inițial și care urmează a fi prelucrat în formă de T. Gaura filetată din coadă servește la fixarea frezei în axul principal al mașinii de frezat.

— *Freza cu dinți aplicați* (fig. 37). Pentru frezele cilindro-frontale cu diametre care depășesc 75 mm se obișnuiește folosirea din ce în ce mai mult a frezelor cu dinți demontabili din oțel aliat de scule sau cu plăci din aliaje dure.

Corpul frezei, executat din oțel carbon de construcție, este prevăzut cu canale în formă de pană. Dinții, din oțel aliat de scule, în formă de pene și cu zimți pe o latură, se introduc în canalele frezei, al căror perete din spate este de asemenea prevăzut cu zimți. Dinții se fixează în aceste canale prin lovituri de ciocan. Plăcile din aliaje dure, se fixează în corpul frezelor cu ajutorul unor pene cu șuruburi.

Pînă în prezent, acest tip de freză nu este încă standardizat; există numai o normă internă (NI 291-32) a Ministerului Industriei Grele, în care sînt indicate dimensiunile pentru frezele cu diametre de la 75 pînă la 300 mm și cu lățimi de la 34 pînă la 63 mm.

Frezele cilindro-frontale cu dinți aplicați, datorită productivității lor mari, a întreținerii puțin costisitoare, cum și calității superioare a suprafețelor prelucrate, au o largă utilizare la prelucrarea suprafețelor plane și în special pentru operațiile de așchiere rapidă.

d) Freze disc

Frezele disc sînt folosite la prelucrarea de canale și scobituri în piesele fixate de obicei pe mașinile de frezat orizontale.

Ele se execută de obicei dintr-o bucată, cu dinți dreapți pe partea cilindrică și deseori pe ambele fețe frontale. Primele sînt

folosite pentru canale și scobituri puțin adînci, cum și pentru prelucrări de finisare, iar ultimele — pentru canale mai adînci. Uneori, se construiesc și freze disc cu dinți aplicați.

Frezele disc cu dinți frezați cu o mai mare utilizare la frezarea metalelor sînt următoarele:

— *Freza disc pentru canale de pană* (STAS 580-49). Freza are corpul în formă de disc, avînd la periferie în mod obișnuit dinți mărunți, cu unghi de degajare mic. În secțiune discul are o înclinare mică în părțile laterale pentru evitarea în timpul așchierii a frecării de piesa de prelucrat (fig. 38). Se utilizează la frezarea canalelor precise și a locașurilor de pană.

— *Freza disc detalonată* (STAS 2214-51). Această freză se execută cu dinți detalonați și cu mici fațete laterale rectificate, pentru asigurarea unei lățimi constante pînă la uzarea finală a frezei (fig. 39). Se folosește în mod curent la prelucrarea canalelor cu dimensiuni precise și la frezarea locașurilor de pană.

— *Freza disc cu trei tășuri* (STAS 2215-51). Se execută de obicei cu dinți mărunți, avînd un unghi de degajare mic, cum și o mică înclinare a tășurilor laterale, pentru evitarea frecărilor laterale în timpul așchierii (fig. 40). Cu aceste freze se prelucrază canale neprecise sau capete pătrate.

— *Freza disc cu trei tășuri și dinți nedemontabili în zig-zag* (STAS 3861-53). O caracteristică importantă a acestor freze este așezarea dinților în zig-zag (fig. 41). Ele au dinți mari și se utilizează la frezarea cu adîncime de așchiere mijlocie și mare a pieselor de fontă și oțel cu duritate foarte mare.

— *Freza disc cu trei tășuri și dinți aplicați în zig-zag* (STAS 4083-53). Corpul frezei este din oțel carbon de construcție, iar dinții demontabili sînt din oțel de scule bogat aliat sau plăci din aliaje dure (fig. 42).

Fixarea dinților în locașuri se face cu știfturi conice care se introduc în găurile ieșindurilor dintre locașuri. Ieșindurile fiind spintecate, se măresc cînd știfturile se introduc în găurile conice, producînd astfel împănarea dinților în canale.

Aceste freze se folosesc la frezarea canalelor și a locașurilor de pană.

— *Freza șerăstrău* (STAS 1159-50). Este o freză disc cu lățimea pînă la 5 mm și prevăzută cu dinți de dimensiuni și înclinație diferită (fig. 43). Pentru a se evita frecarea și blocarea în materialul pe care îl prelucrază, freza este mai groasă la periferie și mai subțire spre centru.

Frezele ferăstrău au o largă utilizare laalezarea materialelor, cum și la frezarea canalelor înguste.

— *Freza pentru creștău* (STAS 1161-50). Se execută cu înclinație mică în părțile laterale pentru eliminarea frecărilor în timpul așchierii (fig. 42).

Frezele pentru creștău se folosesc la frezarea canalelor mici și a creștăturilor de la capetele șuruburilor.

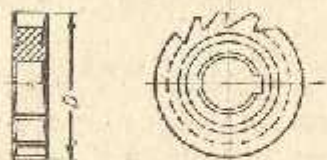


Fig. 33



Fig. 39

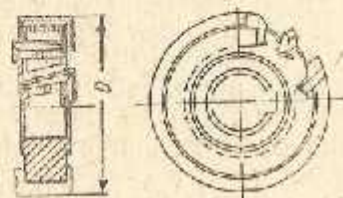


Fig. 42



Fig. 40

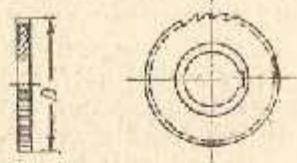


Fig. 43

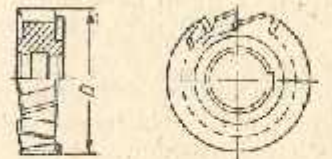


Fig. 41

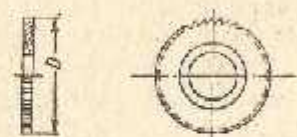


Fig. 44

e) Freze unghiulare

Frezele unghiulare se folosesc, în general, la prelucrarea canalelor în coadă de rândunică ale diferitelor piese de mașini și aparate și în special la frezarea canalelor pentru sculele așchietoare.

În prezent, sînt standardizate următoarele tipuri de freze unghiulare:

— *Freza unghiulară conică* (STAS 3541-52). Se construiește cu diametre ale bazei frezei variînd de la 35 pînă la 60 mm și pentru canale cu unghiuri de 60—90°.

Frezele unghiulare conice (fig. 45) sînt utilizate pentru frezarea canalelor drepte la freze, alezoare, țesitoare, cum și a canalelor unghiulare ale diferitelor piese din construcțiile de aparate și mașini.

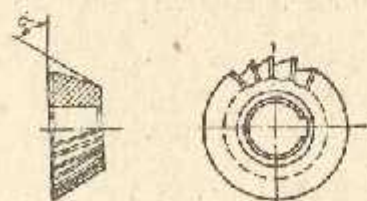


Fig. 45

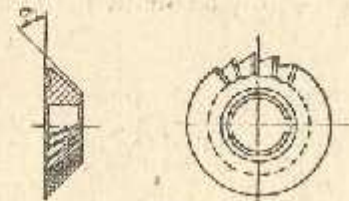


Fig. 46

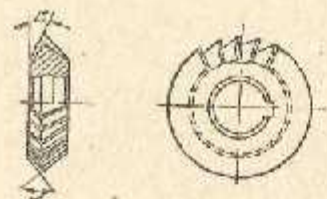


Fig. 47

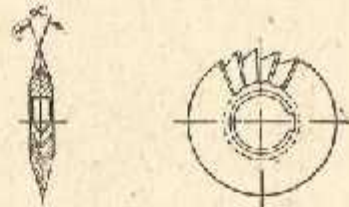


Fig. 48

— *Freza unghiulară pentru canelarea frezelor detafonate cu dinți dreapți* (STAS 3543-52). Se execută, în mod obișnuit, cu dinți mărunți și cu așchiere spre dreapta (fig. 46).

— *Freza unghiulară biconică* (STAS 3542-52). Este o freză asimetrică și cu dinții cu așchiere spre dreapta (fig. 47).

Aceste freze au, în general, aceleași utilizări ca frezele unghiulare conice.

— *Freza unghiulară pentru canelarea frezelor detafonate cu dinți elicoidali* (STAS 3544-52). Are de obicei dinți mărunți, cu așchiere pe dreapta și se folosește în mod curent la frezarea canalelor elicoidale la scule (fig. 48).

f) Freze profilate

Dintre frezele profilate sînt standardizate pînă în prezent frezele semirotunde convexe, frezele semirotunde concave și frezele semiconcave.

— *Freza semirotundă convexă* (STAS 3546-52). Aceste freze se utilizează la frezarea canalelor raionale sau de ghidare. Ele au în acest scop dinți detalonați în formă de semicerc (fig. 49).

— *Freza semirotundă concavă* (STAS 3540-52). Frezele cu acest profil au dinți detalonați în formă de semicerc (fig. 50)



Fig. 49.

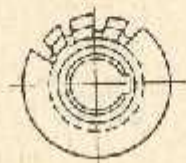


Fig. 50.

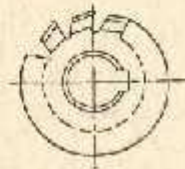


Fig. 51.

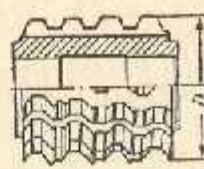
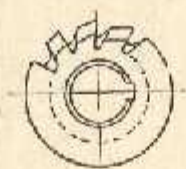
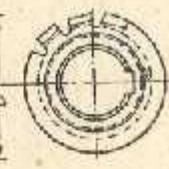


Fig. 52.



și sînt folosite la prelucrarea suprafețelor convexe sau a racordărilor.

— *Freza semiconcavă* (STAS 3545-52) are dinți detalonați cu profilul așa cum este arătat în fig. 51 și se utilizează pentru prelucrarea la mașinile de frezat a suprafețelor semiconvexe ale racordărilor.

— *Freza melc pentru arbori canelați* (STAS 3091-52) se folosește la frezarea prin rulare a arborilor cu mai multe caneluri.

Frezele melc (fig. 52) se execută în mod obișnuit cu degajări prevăzute cu adăos în vederea rectificării.

g) Freze modul

Frezele modul se folosesc pentru executarea danturii angrenajelor la mașinile de frezat orizontale și verticale, cum și la mașinile de prelucrat roți dințate.

— *Freza deget modul* (STAS 3337-52). Profilul dinților la frezele deget modul corespunde dințării și modulului care

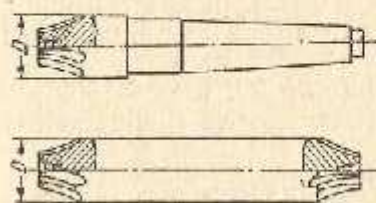


Fig. 53.



Fig. 54.

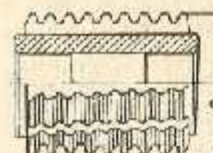


Fig. 55.

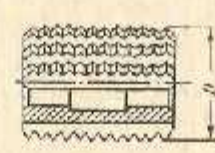
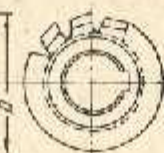
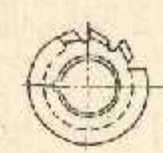


Fig. 56.



urmează să fie realizate. Aceste freze (fig. 53) se execută de obicei în două tipuri și se utilizează pentru executarea dinților la angrenajele cu un unghi de angrenare de 20° , care nu permit folosirea frezelor disc modul.

— *Freza disc modul* (STAS 2783-51) se execută în serii, cuprinzînd cîte 8 freze pentru fiecare modul cuprins între 0,3 și 8 și cîte 15 freze pentru fiecare modul cuprins între 2 și 16. Profilul dinților acestor freze corespunde numărului de dinți și modulului roților dințate care se prelucerează. În mod normal, unghiul de angrenare a acestor roți este de 20° . Cu această freză (fig. 54) se execută danturarea roților dințate pe mașinile de frezat universale.

— *Freza melc modul* (STAS 3092-52) se construiește pentru seria de module de la 1 pînă la 20 și, în mod obișnuit, pentru un unghi de angrenare de 20° . Cu această freză (fig. 55) se execută dinți pe mașinile de frezat roți dințate prin procedul rostogolirii.

h) Freze pentru filet

Frezele pentru filetare standardizate pînă în prezent sînt cele pentru filetul metric și pentru filetul în țoli.

— *Freza pentru executarea filetelui metric* (STAS 3379-52) are profilul filelului rectilinat în următoarele trei variante: cu degajarea unciă dintre părțile frontale (tipul C), cu degajări frontale în ambele părți (tipul B) și fără degajări frontale (tipul A). Această freză (fig. 56) este utilizată la filetare pe mașinile de frezat speciale.

— *Freza pentru executarea filetelui în țoli* (STAS 3380-52) se execută în aceleași variante ca freza pentru filetul metric.

2. PARAMETRII GEOMETRICI ȘI ELEMENTELE DE AȘCHIERE

2.1. PARAMETRII GEOMETRICI

Elementele geometrice caracteristice oricărei freze sînt: fața de așezare și fața de degajare a dintelui, spatele dintelui, canalul, tăișul, înălțimea dintelui, lățimea fașetei și pasul danturii (fig. 57, a).

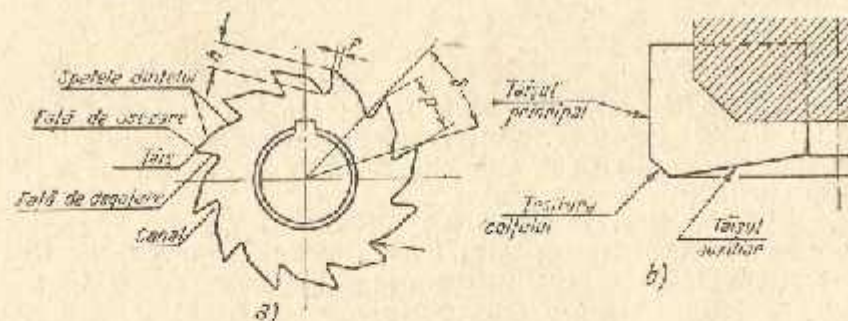


Fig. 57. Elementele geometrice ale frezei:
a — la freza cilindrică; b — la freza cilindro-frontală.

Fața de așezare este suprafața dintelui îndreptată în timpul frezării spre suprafața de așchiere.

Fața de degajare este suprafața peste care alunecă așchiile.

Spatele dintelui este suprafața dintelui, adiacentă feței de așezare a unui dinte și feței de degajare a dintelui următor.

Canalul este golul dintre dinții alăturați.

Tăișul este muchia formată de intersecția feței de degajare cu fața de așezare.

Tăișul se compune din (fig. 57, b):

— tăișul principal, rectiliniu, curbiliniu sau cu un profil oarecare;

— tăișul auxiliar de pe partea frontală a frezei;

— tăișul de racordare (tăișul de trecere) dintre cele două tăișuri de mai sus, făcînd legătură între acestea.

Înălțimea dintelui h este distanța cea mai scurtă între punctul cel mai îndepărtat de axa frezei, al tăișului și fundul canalului.

Lățimea fașetei f este distanța de la tăiș pînă la linia de intersecție a fașetei cu spatele dintelui, în direcția perpendiculară pe tăiș.

Pasul danturii p este distanța între tăișurile a doi dinți alăturați, măsurată pe circumferința exterioară a frezei.

2.2. SUPRAFEȚELE DE PRELUCRARE

Prin suprafețele de prelucrare, la orice piesă care urmează să se frezeze, se înțeleg: suprafața de prelucrat, suprafața prelucrată și suprafața de așchiere.

Suprafața de prelucrat este suprafața piesei care trebuie frezată.

Suprafața prelucrată este suprafața piesei care a fost frezată.

Suprafața de așchiere este suprafața piesei care ia naștere sub tăișurile frezei în timpul așchierii; această suprafață este deci trecerea de la suprafața de prelucrat la suprafața prelucrată.

2.3. CANALELE FREZEI

Canalele frezei pot fi *drepte*, cînd sînt paralele cu axa frezei, sau *elicoidale*.

Canalele elicoidale pot fi pe *dreapta*, cînd elicea este înclinată spre dreapta și pe *stînga*, cînd elicea este înclinată spre stînga.

Unghiul de înclinație a *canalului elicoidal* α este unghiul dintre axa frezei și tangenta la elice (fig. 58).

α — Căutarea frezorului

CAPITOLUL IV MAȘINI DE PREZAT

1. GENERALITAȚI

1.1. CLASIFICAREA MAȘINILOR DE FREZAT

Dintre metodele de prelucrare mecanică prin așchiere, frezarea are cel mai vast și variat domeniu de aplicații.

Metoda de prelucrare prin frezare permite realizarea celor mai complicate profiluri de piese, foarte greu sau chiar imposibil de realizat prin oricare altă metodă de prelucrare prin așchiere.

Se pot executa prin frezare:

- suprafețe plane paralele sau înclinate față de suprafața de așezare;
- praguri rectilinii sau de orice formă;
- suprafețe conice;
- suprafețe profilate rectilinii sau de orice formă;
- canale drepte sau elicoidale cu orice pas;
- căme interioare și exterioare;
- danturi cilindrice exterioare de orice formă (drepte, înclinate, elicoidale etc.);
- danturi cilindrice interioare;
- danturi conice exterioare, cu orice profil și formă;
- găuri rotunde sau ovale, cu sau fără fund;
- matrice orișă de complicate (direct sau prin copiere);
- filete;
- retezări etc.

Precizia pieselor și calitatea suprafețelor frezate sînt egale cu ale celor obținute prin strunjire și superioare celor obținute prin rabotare.

Acest vast domeniu de aplicații este posibil datorită în primul rînd formei sculei, care permite realizarea oricărui profil și așchiera simultană a mai multor fețe. Prin combinarea frezelor în jocuri de freze se pot realiza prelucrări simultane atât în direcția mișcării de avans, cît și transversal pe acesta. Folosirea de dispozitive și introducerea frezării rapide au contribuit de asemenea la extinderea domeniului de aplicație al frezării.

Indiferent de construcția mașinii de frezat și de felul acționării ei (de la un singur motor electric sau de la mai multe motoare electrice), mișcarea principală este primară totdeauna de sculă, iar piesa primește mișcările de avans, de apropiere și de retragere rapidă.

După felul cum sînt realizate aceste mișcări, mașinile de frezat se clasifică în felul următor:

— *Mașini de frezat manuale*, la care mișcarea principală este — în general — mecanizată, iar restul mișcărilor se execută manual.

— *Mașini de frezat mecanice*, la care toate mișcările sînt mecanizate, comanda lor făcîndu-se însă pentru fiecare separat de către frezor.

— *Mașini de frezat semiautomate*, la care ciclul de prelucrare se succede automat, fiind întrerupt numai de operațiile de alimentare a mașinii și de scoatere a piesei, care se fac de către frezor.

— *Mașini de frezat automate*, la care ciclul de prelucrare este complet automatizat: în acest caz, operatorul supraveghează numai funcționarea mașinii și face alimentarea depozitelor de piese.

După domeniul lor de utilizare, mașinile de frezat se clasifică în modul următor:

— *Mașinile de frezat de utilizare generală (universale)* sînt mașini cu ajutorul cărora se pot realiza cele mai diverse prelucrări. Acestea sînt mașini de bază în fabricația de unicat și în serie mică; ele au dezavantajul unei productivități relativ mici.

Din această grupă fac parte mașinile de frezat cu consolă, mașinile de frezat plane, mașinile de frezat matrice etc.

Prin mărirea vitezelor de lucru și a rigidității construcției, s-au dezvoltat în cadrul acestei grupe mașinile de frezat de mare productivitate, care se deosebesc de mașinile universale prin posibilitățile mai restrînse de adaptare la orice tip de piese.

— *Mașinile de frezat specializate* derivă din grupa precedentă prin adaptarea unor dispozitive sau prin modificări cinematice necesitare, care limitează însă domeniul de lucru al mașinii la anumite operații și pentru un anumit tip de piese.

Scopul specializării poate fi o *concentrare a mai multor operații*, care necesită mai multe mașini de frezat (de exemplu: frezarea blocurilor de motoare), sau o *diferențiere a operațiilor*, restringându-se numărul de operații ce se executau într-o succesiune neproductivă pe aceeași mașină, fără a transforma însă mașina încă într-o mașină specială (monoscop).

Aceste mașini sunt folosite la producție în serie mare.

— *Mașinile de frezat cu destinație specială* sunt folosite nu pentru o anumită piesă sau pentru o anumită prelucrare, ci pentru o familie de prelucrări și pentru game relativ mari de piese. Din această categorie fac parte — de exemplu — mașinile de frezat dinți, mașinile de frezat axe canelate, mașinile de frezat filete etc.

— *Mașinile de frezat speciale* (monoscop) sunt destinate executării unei singure piese sau unei singure operații și nu pot fi modificate decât pentru alte piese sau alte operații asemănătoare.

Uneori specializarea este împinsă atât de departe încât aceste mașini nu pot fi modificate, fiind destinate exclusiv unei singure operații sau unui grup de operații pentru o anumită piesă.

Mașinile speciale au avantajul simplității constructive (unele sunt cu un singur avans și o singură viteză de așchiere); ele nu pot fi întrebuințate decât la fabricația de masă.

Un ultim stadiu în construcția mașinilor de frezat reprezintă mașinile automatizate.

Acestea pot avea la bază oricare dintre tipurile de mașini de frezat de mai sus, cărora li s-au adăugat ca anexe separate calculatori electronici, pentru prelucrarea după un program fixat pe bandă perforată, bandă magnetică sau cartele perforate.

Mașinile de frezat automatizate își păstrează caracterul lor anterior (universale, speciale etc.); ciclul lor devine însă automat și specific unei anumite prelucrări.

Aceste mașini au deci avantajul automatizării în cadrul parcului existent și pentru perioada în care tipul de fabricație (de exemplu producția în serie temporară) impune această automatizare.

Mașinile de frezat automatizate sunt folosite — în construcția obișnuită sau în construcție simplificată (capete de frezare) — în linile de transfer automate, la prelucrările în serie mare.

1.2. TIPURI CONSTRUCTIVE DE MAȘINI DE FREZAT

Cele mai răspândite mașini de frezat sunt cele de tip universal și cele cu destinație specială.

Dintre acestea fac parte:

— *Mașinile de frezat cu consolă*, denumite astfel după suportul în consolă al mesei pe care se prinde piesa; aceste mașini pot fi:

— *orizontale*, la care axul principal al mașinii este așezat orizontal;

— *verticale*, la care axul principal este așezat vertical;

— *universale*, la care — spre deosebire de mașinile de frezat de mai sus — masa poate fi rotită în plan orizontal, ceea ce permite frezarea capetelor elicoidale.

— *Mașinile de frezat plane*, care sînt o dezvoltare a precedentelor: la aceste mașini, pentru a realiza o rigiditate mai mare a construcției, consola a fost înlocuită cu un pat stabil, iar apropierea frezei de piesă se face prin deplasarea brațului-suport al piesei și nu a consolei, ca la mașinile cu consolă.

— *Mașinile de frezat portal* care au o construcție asemănătoare rahtozelor; obișnuit ele au mai multe capete de frezare și asigură prelucrarea simultană a mai multor fețe ale piesei sau a mai multor piese; sînt destinate pieselor mai mari și au o construcție robustă.

— *Mașinile de frezat roți dințate prin metoda rostogolirii*, cu ajutorul cărora se pot prelucra danturi exterioare la toate tipurile de roți dințate cilindrice; ele pot fi folosite și pentru executarea dinților roților melcate.

— *Mașinile de frezat filete*, cu ajutorul cărora se poate freza cu o mare precizie filete de orice fel.

— *Mașinile de frezat prin copiere* răspândite în atelierele de școlărie, pentru prelucrarea diverselor matrițe.

1.3. NOMENCLATURA

Mașina de frezat orizontală (fig. 63) este cea mai răspândită mașină de frezat.

Construcția acestei mașini a servit ca bază de dezvoltare aproape tuturor celorlalte mașini de frezat.

Nomenclatura ansamblurilor acestei mașini face obiectul standardului STAS 2944-51.



Fig. 137. Frezare plană cu freză cilindrică.



Fig. 140. Frezarea canalelor cu freză frontală.

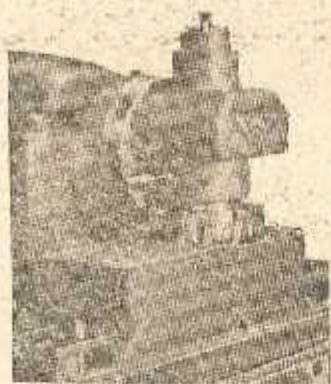


Fig. 138. Frezare plană cu freză frontală.

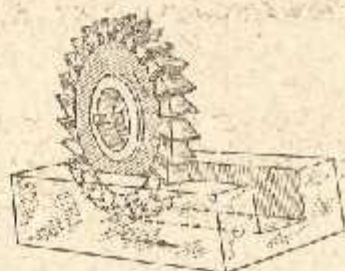


Fig. 141. Frezarea canalelor cu freză disc.

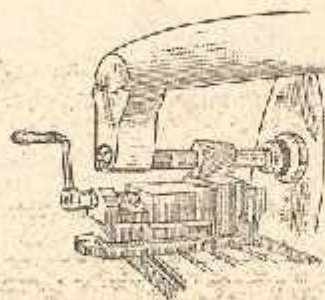


Fig. 139. Frezare plană cu freză conică.

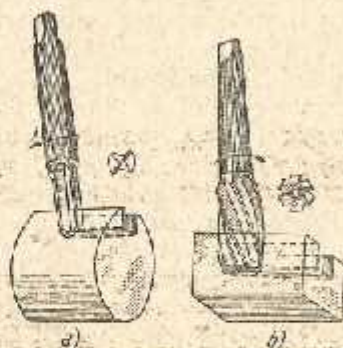


Fig. 142. Frezarea canalelor cu freză deget:
a - cu doi dinți, b - obișnuită.

Frezarea canalelor se face cu freze frontale (fig. 140), cu freze disc (fig. 141) sau cu freze deget (fig. 142).

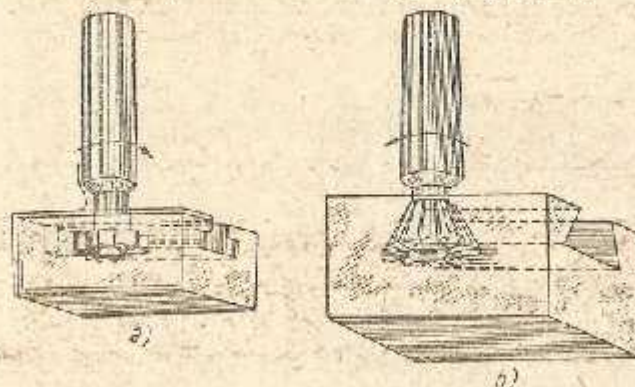


Fig. 143. Frezarea canalelor profilate:
a - canal T; b - canal conic de rîndire.

Pentru canale profilate se folosesc freze cu coadă (fig. 143), freze unghiulare (fig. 144), freze deget cu diferite profile sau freze profilate.

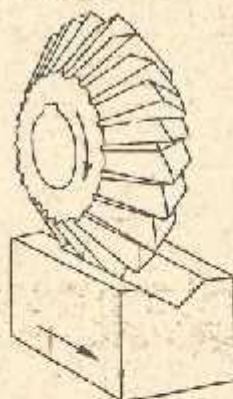


Fig. 144. Frezarea canalelor cu freză unghiulară.

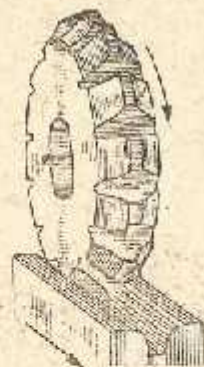


Fig. 145. Frezarea cu freză profil detalonat.

Realizarea suprafețelor profilate se poate face cu freze cu profil detalonat (fig. 145), freze combinate (fig. 146) sau freze obișnuite lucrînd după șablon (fig. 147).

Frezarea suprafețelor conice se poate realiza la mașini de frezat verticale, cu ajutorul platcurilor folosind freze conice.

Contururile cu forme complicate se execută prin combinarea avansurilor mesei mașinii de frezat. Urmărirea contururilor se

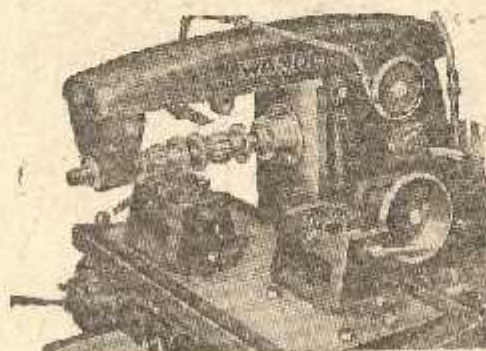


Fig. 146. Frezarea cu freze combinate

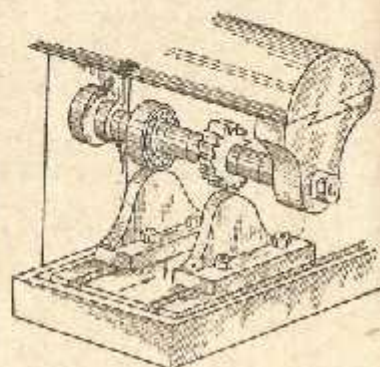


Fig. 147. Frezarea după șablon.

face după trasajul de pe piesă, avansurile fiind făcute manual. Contururile complicate pot fi executate și cu avansuri mecanice, folosind în acest scop dispozitivele de copiat.

CAPITOLUL V

CAPETE DIVIZOARE

1. OPERAȚIA DE ÎMPĂRȚIRE (DIVIZARE)

Frezarea unei piese poate fi făcută pe o singură față sau succesiv pe mai multe fețe, prin simpla rotire a piesei.

În acest scop — în cazul execuției unei singure piese sau a unui număr mic de piese — se folosesc dispozitivele universale ale mașinii de frezat, iar așezarea piesei se face după trasaj.

În cazul unei fabricații în serie, operația de așezare a piesei în poziția în care trebuie frezată nu se mai poate face însă după trasaj, din cauza consumului prea mare de timp, ci este mecanizată — și uneori automatizată — cu ajutorul unor dispozitive de lucru speciale (dispozitive de divizare, capete de divizare etc.).

Operația de așezare a piesei în poziția de frezare prin rotirea ei cu un unghi dat se mai numește și *operația de împărțire (divizare)*.

La apare frecvent în lucrările de frezare într-o formă mai simplă — cum este cazul frezării capetelor pătrate, exagonale etc. — sau mai complicată — cum este cazul frezării roților dințate, a canalelor elicoidale etc.

1.1. ÎMPĂRȚIRI CIRCULARE ȘI ÎMPĂRȚIRI RECTILINII

Forma piesei de frezat poate fi în general oarecare.

Cel mai des însă problema împărțirii se pune în cazul pieselor cu secțiune circulară (cilindrice sau conice). În acest caz, împărțirea periferiei piesei în mai multe părți se numește *împărțire circulară* și se realizează prin rotirea succesivă a piesei cu câte un unghi dat.

Pentru frezarea filetelor scurte sînt folosite mașinile de frezat filete scurte (cu pas pînă la 6 mm), care utilizează freze plectene, a căror lungime trebuie să fie mai mare decît cea a filetelui de frezat cu cel puțin doi pași.

Piesa de filetat are o mișcare de rotire și o mișcare axială, în timp ce freza are numai o mișcare de rotire.

După apropierea piesei de freză, ea pătrunde pe toată lungimea și treptat în freză, pînă la adîncimea stabilă a filetelui și, după ce piesa face 1% rotații, filetarea piesei este terminată.

Aceste mașini pot executa alți filete exterioare cît și filete interioare; prin folosirea unor dispozitive speciale pot fi executate și filete conice.

În afara rotirii frezel, restul mișcărilor pot fi realizate hidraulic.

Prin echiparea mașinilor de acest fel cu dispozitive automate de prindere și de alimentare, frezarea filetelor devine complet automată.

5. LUCRĂRI DE FREZARE

Prelucrarea prin frezare a pieselor trebuie să aibă ca rezultat un preț de cost redus și o calitate superioară a pieselor. Acestea depind de alegerea metodei de frezare și a regimului de frezare.

Alegerea metodei de frezare implică stabilirea tipului mașinii de frezat (orizontală sau verticală), alegerea mărinii mașinii de frezat (după mărimea și greutatea piesei), alegerea formei sculei (freză cilindrică, frontală etc.), alegerea dimensiunilor sculei, alegerea programului de frezare (frezare obișnuită, frezare intermitentă sau frezare continuă), alegerea dispozitivului de prindere a piesei etc.

Soluția definitivă rezultă din analiza diferitelor variante posibile, iar criteriile de alegere sînt asigurarea rigidității necesare realizării preciziei cerute și a unei productivități cît mai mari.

Alegerea regimului de lucru comportă determinarea vitezei de așchiere și a avansurilor, alegerea lichidului de răcire și a modului de răcire a sculei și piesei, determinarea parametrilor geometricei ai sculei și a felului de frezare (în același sens sau în sens contrar avansului) etc. Stabilirea variantei

optime necesită o analiză a procesului de așchiere, care a fost făcută anterior.

Alegerea tipului de mașină (verticală sau orizontală) se rezolvă ținînd seama că frezarea frontală este mai economică decît cea cu freze cilindrice și deci — dacă nu sînt alte motive — mașina de frezat verticală este în general mai indicată.

Numărul de piese de executat este un factor determinant în alegerea tipului de mașină (universală, plană, cu destinație specială etc.) sau — în cazul unui parc de mașini cuprinzînd numai mașini universale — în alegerea programului de lucru și a dispozitivelor.

Precizia cerută prelucrării determină alegerea unei mașini mai mult sau mai puțin rigide, care să realizeze regimul de așchiere ales.

Mișcările cerute de prelucrarea piesei pot duce uneori la o soluție unică (mașină de frezat universală). Acesta este cazul unor frezări speciale, cum este — de exemplu — frezarea canalelor elicoidale.

În general însă, alegerea unei mașini complicate, cu multe posibilități de lucru, nu este indicată, atît datorită rigidității mai mici a acesteia, cît și datorită timpului mai mare cerut de reglarea ei.

Stabilirea modului de execuție a avansurilor (manual sau automat) și, în consecință, a programului trebuie să țină seama de timpul necesar reglării mașinii. Dacă timpul de mașină este mic și numărul pieselor de executat nu prea mare, se poate ca analiza productivității să indice ca soluție optimă utilizarea avansului manual, deși acesta nu asigură o calitate uniformă a suprafeței frezate și nu permite lucrul la mai multe mașini.

Alegerea mărinii sculei depinde de lățimea de frezat și de adîncimea de frezat.

Piese mici și simple pot fi frezate direct fără trasarea prealabilă. Acest lucru nu este însă totdeauna posibil. În cazul pieselor executate în serie, folosirea dispozitivelor de frezare poate elimina trasarea pieselor.

Frezarea suprafețelor plane orizontale se poate face alți cu freze cilindrice (fig. 137) cît și cu freze frontale (fig. 138).

Frezarea suprafețelor plane înclinate se poate face fie cu aceleași scule, folosind dispozitivele de înclinare, fie cu freze conice (fig. 139).

Frezarea suprafețelor plane frontale se realizează cu aceleași freze ca și în cazul suprafețelor plane orizontale. În acest scop pot fi folosite și frezele degel.

În ce privește axul principal al mașinii de frezat, acesta trebuie să fie cu joc normal în lagăre și uns permanent, deoarece o strângere exagerată sau lipsa de ulei produce încălzirea lagărelor și blocarea sau griparca axului.

Ori de câte ori se fixează freza sau dornul frezei în axul principal al mașinii, gaura conică a axului trebuie ștersă cu o cârpă uscată. Scoaterea frezei sau a dornului din gaura axului principal se face cu ajutorul unei bare din metal moale (cupru, alamă etc.), pentru a evita degradarea locașului, cum și spargerea oxii sau a dornului frezei.

1.2. FOLOSIREA ȘI ÎNTREȚINEREA FREZELOR

Pentru a folosi o freză în bune condiții pe o durată cât mai mare de timp în exploatare, este necesar să se țină seama de următoarele indicații:

Viteza de așchiere, respectiv turația frezei, se va alege în concordanță cu avansul, adâncimea de frezare, cum și în funcție de materialul frezei și al piesei care se prelucurează.

Frezele trebuie să aibă tășurile bine ascuțite, deoarece tășurile tocite micșorează viața frezei și înrăutățesc calitatea suprafeței prelucrate a piesei.

În timpul așchierii trebuie să se folosească lichidul de răcire ori de câte ori se frezează metale care permit aceasta. Lichidul de răcire ajută nu numai la menținerea unei temperaturi convenabile pentru durabilitatea frezei, ci și la îndepărtarea în timpul lucrului a așchiilor depozitate între dinții frezei.

Montarea frezelor se va face cât mai aproape de axul principal al mașinii de frezat.

La montarea frezelor cilindrice elicoidale, se va ține seama ca sensul canalelor elicoidale dintre dinții frezei să se aile față de sensul de rotație a axului principal al mașinii de frezat în așa fel încât apăsarea de așchiere axială să fie îndreptată întotdeauna către axul principal, spre a se evita școarea dornului port-freză din alezajul acestui ax. Modul de acționare a apăsării de așchiere axiale la frezele cilindrice elicoidale este arătat în fig. 14.

Calitatea frezării și viața sculei depind în mare măsură și de faptul dacă freza nu este corect fixată și lucrează mai mult timp numai cu unul dintre dinții săi; în acest caz, tășurile acestor dinți sint solicitate excesiv și se uzează sau se rup înainte de timpul normal de folosire.

Pentru a se evita distrugerea frezei, rotirea axului principal nu trebuie oprită în timpul lucrului înainte de a se decupla avansul.

Dacă în timpul frezării apar vibrații, acestea trebuie eliminate, deoarece influențează defavorabil nu numai asupra calității suprafeței prelucrate, ci chiar și asupra frezei.

Manipularea frezelor trebuie efectuată cu o deosebită atenție și în special trebuie să se evite lovirea cu corpuri metalice dure.

1.3. FOLOSIREA ȘI ÎNTREȚINEREA CAPULUI DIVIZOR

Capul divizor se folosește nu numai ca dispozitiv de divizare ci și ca dispozitiv de fixare și prindere a piesei care se prelucurează. Dată fiind precizia de împărțire a capului divizor (circa 20—30" pentru capul divizor optic și cel mult 1" pentru capul divizor mecanic nou), se cere o deosebită atenție din partea muncitorului care-l folosește, deoarece, în funcționarea sa ca dispozitiv de fixare, capul divizor este supus unor solicitări provenind din greutatea piesei, apăsările de așchiere și eventual din prinderea defectuoasă a piesei.

Ca atare, fiecare cap divizor trebuie folosit corespunzător mărimii și caracteristicilor sale. Un cap divizor de tip mic nu poate fi utilizat pe o mașină de frezat mare.

Pentru evitarea erorilor de fixare a piesei, este necesar ca axele virfurilor capului divizor și păpușii mobile să fie în prelungire și paralele cu masa mașinii de frezat.

Se va evita corectarea așezării piesei în capul divizor prin lovituri de ciocan.

Angajarea frezei în piesă trebuie să se facă foarte încet, pentru a se evita șocurile care dăunează capului divizor.

Trebuie unse la timp toate locurile indicate de prescripțiile de ungere, folosind lubrifianți corespunzători.

După terminarea lucrului, capul divizor trebuie bine curățat de așchii sau de alte impurități, cu ajutorul unei cirpe curate umezită cu puțin petrol.

Dacă nu se folosește un timp mai îndelungat, capul divizor trebuie ținut în locuri curate, lipsite de umezeală și praf.

Capul divizor trebuie supus unei revizii periodice, pentru a preveni uzurile exagerate, care micșorează precizia de lucru a acestuia.

O atenție deosebită trebuie acordată și discurilor divizoare, cât și roților de schimb.

CAPITOLUL X

INTREȚINEREA ȘI EXPLOATAREA UTILAJULUI DE FREZAT

I. PRESCRIPTII DE FOLOSIRE ȘI ÎNȚEȚINERE

1.1. FOLOSIREA ȘI ÎNȚEȚINEREA MAȘINII DE FREZAT

Prescripții generale. Precizia de execuție a pieselor frezate depinde în mare măsură de starea mașinii de frezat. Pentru o bună întreținere a mașinii, trebuie respectate cu strictețe următoarele prescripții.

Mașina de frezat poate fi pusă în funcțiune numai după ce frezorul cunoaște bine construcția și manevrarea mașinii. În acest scop, maestrul trebuie să verifice din timp gradul de pregătire profesională a frezorului.

Înainte de începerea lucrului, mașina de frezat trebuie controlată cu atenție, stabilindu-se dacă dispozitivele de protecție sînt la locul lor și dacă manetele de comandă sînt în poziții corecte. Manetele de comandă nu se vor manevra decît atunci cînd mașina este oprită sau cînd motorul este deconectat.

Tot la începutul lucrului trebuie efectuată ungerea tuturor părților mașinii după indicațiile schemei de ungere din cartea mașinii; trebuie de asemenea verificat dacă există lichid de răcire.

Cuplarea motorului mașinii de frezat se face numai după ce în prealabil s-a verificat manual funcționarea tuturor mecanismelor. Motorul trebuie oprit ori de cîte ori frezorul părăsește locul de muncă sau întrerupe lucrul, pentru înlocuirea sculei, demontarea piesei etc.

La constatarea unor neajunsuri în funcționarea mașinii, aceasta trebuie să fie oprită imediat. Dacă remedierea defectelor depășește cunoștințele frezorului, acesta trebuie să ceară sprijinul maestrului.

Mașina de frezat trebuie să fie întreținută cît mai curat, căutîndu-se să nu se depoziteze pe ea piese, corpuri, așchii etc. Înainte de începerea lucrului, mașina se curăță cu o cârpă uscată, iar la terminarea lucrului, după ce s-a curățit de praf, ulei și așchii, se freacă cu o cârpă muiată în ulei. La intervale mai mari de timp, întreaga mașină trebuie spălată cu petrol, după care se unge cu ulei, pentru protecție împotriva ruginii.

Prescripții pentru cutia de viteze și de avansuri. Ori de cîte ori se acționează manetele, acestea trebuie să se oprească în poziția corectă de lucru.

Se va evita pornirea mașinii direct în sarcină, deoarece se produc șocuri bruște, care uzează mecanismele cutiei de viteze sau provoacă ruperea dinților angrenajelor.

Pentru evitarea zgometului produs de roțile de schimb, se va observa ca acestea să fie montate cu jocul normal. Dacă jocul este prea mic, se produce supraîncălcarea mecanismului.

Trebuie supravegheat ca întotdeauna să existe în cutia de viteze și de avansuri ulei în cantitate suficientă.

Prescripții pentru masa mașinii. Înainte de fixarea pe masa mașinii de frezat a pieselor care se prelucurează sau a dispozitivelor de prindere, suprafața mașinii trebuie bine ștearsă.

Se va evita așezarea pe masa mașinii a obiectelor metalice strălune cum și lovirea suprafeței mesei.

Șuruburile de blocare ale mesei și ghidajelor trebuie să fie întotdeauna bine strînse; capetele șuruburilor pentru fixarea pieselor și a dispozitivelor de lucru trebuie să coincidă cu dimensiunile canalelor mesei.

La executarea operațiilor de frezare cu folosirea avansului longitudinal, se va avea grijă ca săniile transversală și verticală să fie blocate, pentru a mări rigiditatea mașinii; de asemenea, la folosirea avansului vertical, se vor bloca săniile longitudinală și transversală. Nu este permisă cuplarea nici unei mișcări fără a se debloca în prealabil săniile corespunzătoare.

Prescripții pentru dispozitivul de antrenare și axul principal. Se va verifica întinderea corectă a curelei de transmisie de la motor la roata de antrenare a axului principal, cum și a celorlalte curele de transmisie ale mașinii. O curea slab întinsă patinează pe roțile de curea, iar dacă este prea întinsă, se încălzește și se uzează repede.

Trebuie evitată pătrunderea în motor a uleiului, lichidului de răcire sau a așchilor metalice.

În dulapul de scule, trebuie să se găsească aranjate în compartimente separate instrumentele de măsurat, frezele și restul sculelor (chei, ciocane, pile etc.).

Axele port-freză se păstrează în poziția verticală, pe un suport special. Suportii de la contrasuport se depozitează la un loc ferit, pentru a se evita lovirea bușelor de bronz.

La organizarea locului de muncă, trebuie să se țină seamă de următoarele prescripții:

- Obiectele care se folosesc mai des în timpul lucrului trebuie să fie așezate în apropiere.

- Obiectele care nu pot fi prinse cu o singură mână se vor așeza astfel încât să poată fi luate cu ambele mâini.

- Obiectele care necesită o manipulare atentă, cum sînt de exemplu instrumentele de măsurat, trebuie să fie așezate deasupra obiectelor mari sau a celor care pot fi minuite cu mai puțină atenție.

- Obiectele trebuie aranjate astfel încât locul în care se găsesc să corespundă mișcărilor naturale ale minilor frezorului. Așa, de exemplu, obiectele care se apucă cu mîna stîngă trebuie aranjate în partea stîngă.

- Desenele, fișele tehnologice și diferitele instrucțiuni trebuie aranjate pe tablă speciale pentru ca să fie ușor vizibile.

- Piesele de prelucrat și cele a căror prelucrare este terminată trebuie aranjate astfel încât să nu se îngrămădească pe locul de muncă; ele se așază la înălțime potrivită, pe un suport unde pot fi ușor ridicate sau depuse de către frezor.

Fiecare loc de muncă trebuie să fie înzestrat în mod curent cu următoarele scule și accesorii: o serie de chei pentru desfacerea și stringerea piulițelor dispozitivelor de prindere ale piesei sau ale mașinii de frezat; o serie de dormuri pentru baterea axelor port-freză cînd trebuie desprinse din axial principala mașinii, un ciocan de cupru sau de lemn, o pompă de ungere, o serie de dispozitive de prindere a piesei pe masa mașinii, bumbac pentru ștersul utilajului.

La locul de muncă, frezorul trebuie să se ocupe efectiv cu operațiile de prelucrare la mașina-uncaltă. Toate lucrările ajutoare, cum sînt, de exemplu, aducerea semifabricatelor pentru a fi frezate, transportarea pieselor frezate la alte locuri de muncă, curățirea și transportul așchiilor etc., urmează să fie executate de muncitorii auxiliari.

2. MASURI DE PROTECȚIA MUNCII

În timpul lucrului la mașinile de frezat, accidentarea muncitorului se produce de obicei în următoarele împrejurări:

- pe locul de muncă sînt îngrămădite în dezordine piese și alte obiecte fără rost;

- locul de muncă este murdar și pardoseala este umedă;

- frezorul nu cunoaște mișcările normale pentru punerea în funcțiune a diferitelor mecanisme ale mașinii de frezat;

- frezorul utilizează chei nepotrivite pentru fixarea pieselor sau a sculelor;

- mașina de frezat nu este prevăzută cu dispozitive de protecție.

Frezorul mai poate fi accidental:

- cînd verifică prin pipăire netezimea suprafeței prelucrate a piesei;

- cînd verifică gradul de ascuțire a dinților frezei;

- cînd măsoară dimensiunile piesei în timpul funcționării mașinii de frezat;

- cînd îndepărtează așchiile de sub freză.

Pentru evitarea accidentelor, este necesar ca mașina de frezat să fie prevăzută cu dispozitive de protecție, iar frezorul trebuie să cunoască instrucțiunile în care se arată cum trebuie să lucreze la mașină pentru a nu se accidenta.

În ce privește dispozitivul de protecție pentru freză, acesta trebuie să satisfacă următoarele condiții:

- să împiedice accesul la dinții frezei în timpul funcționării mașinii de frezat;

- să asigure ieșirea liberă a așchiilor de sub freză;

- să permită utilizarea frezelor de diferite dimensiuni, fără ca să se complice reglarea mașinii de frezat;

- să nu fie dificilă înlocuirea frezei și a dormului port-freză;

- să nu împiedice observarea funcționării frezei;

- să nu fie împiedicat accesul lichidului de răcire la freză.

În fig. 227 este arătat un dispozitiv pentru protecția frezei la mașina de frezat orizontală. Dispozitivul este fixat de brațul mașinii cu o brățară. De o parte și de alta a tubului vertical articulează două apărători care protejează freza și care se pot apropia sau îndepărta după diametrul frezei. Tubul cu cele două apărători poate fi coborît sau ridicat, putînd fi astfel folosit la mașini de frezat cu diferite dimensiuni între braț și dormul port-freză.

Dimensiunile canalelor dintre dinții sculei frezate sînt greșite. Acest defect nu se poate remedia. Eroarea provine din aranjarea greșită a adîncinii de frezare sau din folosirea unei freze cu dimensiuni necorespunzătoare.

Suprafața canalelor este de proastă calitate. Sculele frezate astfel se pot remania prin frezare suplimentară. Cauzele calității necorespunzătoare ale suprafeței canalelor se datoresc, în general, frezei neascușite, avansului prea mare, bălăii frezei sau a dormului port-freză, vibrației piesei sau a frezei.

25. DEFECTE LA FREZAREA ROȘILOR DINȚATE

La frezarea roșilor dințate apar de obicei următoarele defecte mai importante:

Numărul dinților frezați este diferit de cel stabilit. Roata dințată astfel executată este o piesă ce trebuie rebutată, deoarece nu mai este posibilă remanierea. Eroarea este datorită alegorii greșite de către frezor a discului divizor sau a numărului de găuri din disc; de asemenea și unghiul de deschidere a limbilor poate să fie o cauză a rebutării piesei, dacă valoarea sa este mai mare sau mai mică decît cea normală.

Pasul nu este constant, grosimea dinților fiind neegală. Dacă grosimea dinților nu este egală, rezultă că nici pasul nu este constant. Defectul este neremediabil și el se datorește fie rotirii manivelei capului divizor în ambele sensuri, fie numărării greșite a găurilor pe discul divizor.

Înălțimea dinților este mai mare sau mai mică decît cea din desen. În primul caz, rebutul este neremediabil; în al doilea caz, piesa se poate corecta printr-o nouă frezare de adîncire a canalelor dintre dinți. Cauza se datorește neatenției frezorului cînd a verificat adîncimea acestor canale.

Dimensiunile înălțimii și grosimii dințelului sau ale pasului sînt greșite. Piesa este un rebut neremediabil. Eroarea în acest caz se datorește frezorului care a folosit o freză model necorespunzătoare fie ca modul, fie ca număr din garnitură.

Suprafața prelucrată a dinților este de calitate necorespunzătoare. Printr-o nouă prelucrare, calitatea suprafeței dinților poate fi îmbunătățită. Cauza obținerii suprafeței netegrijite poate fi, în general, atribuită folosirii unei freze neascușite sau unui avans prea mare, bălăii frezei sau dormului port-freză, vibrațiilor piesei sau sculei din cauza prinderii slabe, lipsei lichidului de răcire sau răcirii insuficiente.

CAPITOLUL XI

ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ ȘI MĂSURI DE PROTECȚIA MUNCII

1. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ

Locul de muncă al unui frezor reprezintă întreaga suprafață care cuprinde: mașina de frezat, dulapul de scule, masa pentru piesele prelucrate, cum și suprafața destinată pieselor care trebuie frezate și accesoriilor mașinii (cap divizor, platou rotativ, roțile de schimb ale mașinii și ale capului divizor etc.).

Prin organizarea locului de muncă se înțelege totalitatea măsurilor care asigură condițiile de lucru rațional la mașina de frezat.

În fig. 226 este arătat locul de muncă bine organizat al unui frezor.

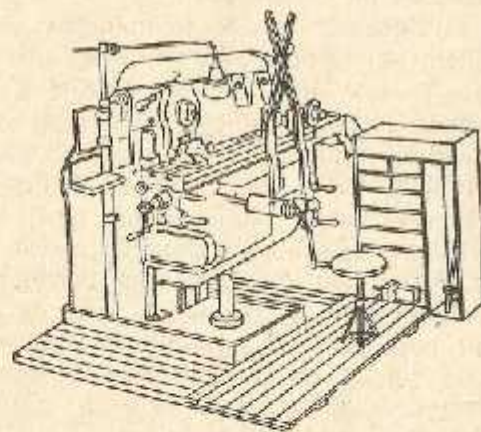


Fig. 226. Locul de muncă al unui frezor

Locul de muncă trebuie să fie bine luminat: dacă se folosește lumina unei lămpi electrice, locul trebuie să fie prevăzut cu un abajur și lampa plasată în așa fel încît lumina să cadă, pe cît posibil, din spate, din stînga și de sus.

LEGE nr. 319 din 14 iulie 2006 a securității și sănătății în muncă

Publicat în **MONITORUL OFICIAL nr. 646 din 26 iulie 2006**

Capitolul IV Obligațiile lucrătorilor

Articolul 22

Fiecare lucrător trebuie să își desfășoare activitatea, în conformitate cu pregătirea și instruirea sa, precum și cu instrucțiunile primite din partea angajatorului, astfel încât să nu expună la pericol de accidentare sau îmbolnăvire profesională atât propria persoană, cât și alte persoane care pot fi afectate de acțiunile sau omisiunile sale în timpul procesului de muncă.

Articolul 23

(1) În mod deosebit, în scopul realizării obiectivelor prevăzute la art. 22, lucrătorii au următoarele obligații:

- a) să utilizeze corect mașinile, aparatura, uneltele, substanțele periculoase, echipamentele de transport și alte mijloace de producție;
- b) să utilizeze corect echipamentul individual de protecție acordat și, după utilizare, să îl înapoieze sau să îl pună la locul destinat pentru păstrare;
- c) să nu procedeze la scoaterea din funcțiune, la modificarea, schimbarea sau înlăturarea arbitrară a dispozitivelor de securitate proprii, în special ale mașinilor, aparaturii, uneltelor, instalațiilor tehnice și clădirilor, și să utilizeze corect aceste dispozitive;
- d) să comunice imediat angajatorului și/sau lucrătorilor desemnați orice situație de muncă despre care au motive întemeiate să o considere un pericol pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor, precum și orice deficiență a sistemelor de protecție;
- e) să aducă la cunoștință conducătorului locului de muncă și/sau angajatorului accidente suferite de propria persoană;
- f) să coopereze cu angajatorul și/sau cu lucrătorii desemnați, atât timp cât este necesar, pentru a face posibilă realizarea oricăror măsuri sau cerințe dispuse de către inspectorii de muncă și inspectorii sanitari, pentru protecția sănătății și securității lucrătorilor;
- g) să coopereze, atât timp cât este necesar, cu angajatorul și/sau cu lucrătorii desemnați, pentru a permite angajatorului să se asigure că mediul de muncă și condițiile de lucru sunt sigure și fără riscuri pentru securitate și sănătate, în domeniul său de activitate;
- h) să își însușească și să respecte prevederile legislației din domeniul securității și sănătății în muncă și măsurile de aplicare a acestora;
- i) să dea relațiile solicitate de către inspectorii de muncă și inspectorii sanitari.

(2) Obligațiile prevăzute la alin. (1) se aplică, după caz, și celorlalți participanți la procesul de muncă, potrivit activităților pe care aceștia le desfășoară.