

UNIVERSITATEA "PETRU MAIOR"
TÂRGU MUREȘ

LUCIAN GRAMA

TEHNOLOGIA CONSTRUCȚIEI DE
MAȘINI

- TEHNOLOGII DE FABRICARE -

Îndrumar de laborator

- Pentru uzul studenților -

Târgu Mureș
1997

PREFAȚĂ

Lucrarea de față este o ediție revăzută și adăugită a îndrumarului de laborator al disciplinei Tehnologia Fabricării Mașinilor publicat în anul 1985.

Prin conținutul lucrărilor, îndrumarul se adresează studenților din anii IV și V, specializarea Tehnologia Construcției de Mașini precum și anului IV specializarea I.M.S.P., ca o anexă a disciplinei Tehnologia Construcției de Mașini respectiv **TEHNOLOGII DE FABRICARE**. Se caută astfel concretizarea elementelor teoretice predate în cadrul cursului cu realizarea experimentelor de laborator, atât de necesare formării viitorilor ingineri.

Caracterul dublu al lucrării caută să satisfacă atât cerințele specialistului tehnolog cât și ale inginerului economist în conformitate cu tematica cursurilor predate. De asemenea, cu prioritate pentru viitorii ingineri tehnologi, materialul conține multe puncte de reper în rezolvarea proiectelor de an, cât și de diplomă, căutând să cristalizeze modalitățile de abordare ale experimentului, studiul și interpretării rezultatelor în cadrul cercetării științifice din tehnologia construcției de mașini. Sistemul: mașină-unealtă, dispozitiv, piesă, sculă este privit ca un domeniu cvasicibernetice, gata în orice moment a fi modelat, în funcție de cerințe. Datele experimentale, așa cum sunt prezentate tabelar, pot fi prelucrate folosind tehnica de calcul aflată și la îndemâna studenților, așa cum o însușise la celelalte discipline parcurse deja.

Mulțumesc recenzenților: colegilor șef lucr.ing. Mircea Tero și șef lucr.ing. Márton Máté, pentru parcurgerea materialului și pentru sugestiile exprimate pe parcursul elaborării lucrării.

Autorul

CUPRINS

Lucrarea nr.:

1- Elementele componente ale procesului tehnologic de prelucrare mecanică: operația, faza, trecerea, mânuirea	5
2- Distribuția dimensiunilor în cazul prelucrării suprafețelor pe mașini-unelte.....	8
3- Considerații privind reglarea la dimensiune a sculelor.....	13
4- Determinarea rigidității statice a sistemului tehnologic elastic (MDPS).....	17
5- Determinarea rigidității dinamice a sistemului tehnologic elastic (MDPS).....	22
6- Influența rigidității sistemului tehnologic elastic (MDPS) asupra preciziei de prelucrare.....	26
7- Influența deformației elastice a semifabricatului asupra preciziei de preluc- rare obținute.....	30
8- Influența deformării termice a sculei, a uzurii acesteia precum și a deformației termice a piesei asupra preciziei de prelucrare.....	35
9- Calitatea suprafețelor prelucrate prin așchiere, influența parametrilor regimului tehnologic.....	42
10- Influența mediilor de răcire (lichide de răcire-ungere) asupra calității suprafețelor prelucrate prin așchiere.....	46
11- Evidențierea, măsurarea și amortizarea vibrațiilor la prelucrarea prin strunjire a oțelurilor.....	51
12- Procedee de prelucrare a suprafețelor exterioare de revoluție-excentrice.....	61
13- Prelucrarea prin rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare.....	65
14- Prelucrarea suprafețelor plane (rabotare, frezare, rectificare).....	68
15- Aspecte ale prelucrării suprafețelor conice prin strunjire.....	76
16- Prelucrarea prin strunjire a filetelor, influența reglării sculei asupra preciziei de prelucrare.....	82
17- Reglarea capetelor divizoare și tehnologii de prelucrare pe aceste dispozitive.....	88
18- Tehnologia de prelucrare a roților dințate. Metoda generării prin rostogolire-rolare (cazul frezării cu freză modul).....	95
19- Tehnologia de prelucrare pe strunguri automate.....	101
20- Tehnologia de prelucrare prin tasare interioară a suprafețelor cilindrice.....	108
21- Tehnologia prelucrării prin eroziune cu fascicule de electroni (cunoaștere generală).....	112
22- Prelucrări neconvenționale. Prelucrarea prin electroeroziune a metalelor.....	115
23- Noțiuni privind proiectarea tehnologiei și a schemelor de montaj.....	119
24- Întocmirea unei scheme de montaj.....	122
Instrucțiuni de protecție a muncii specifice laboratorului TCM.....	127
Măsurile de protecție a muncii și reguli P.S.I specifice industriei constructoare de mașini.....	128
Bibliografie.....	136

LUCRAREA Nr. 1

1. ELEMENTELE COMPONENTE ALE PROCESULUI TEHNOLOGIC DE PRELUCRARE MECANICĂ: OPERATIA, FAZA, TRECEREA, MĂNUIREA

1.1. Obiectul lucrării

În lucrare se urmărește identificarea elementelor componente ale procesului tehnologic de prelucrare mecanică: operația, faza, trecerea și mănuirea. Această identificare se va face în condiții de lucru pe mai multe mașini-unelte, completând astfel cunoștințele însușite în cadrul cursului.

1.2. Noțiuni teoretice de bază

Operația: partea procesului tehnologic care se execută la un loc de muncă, din una sau mai multe așezări, cuprinzând toate acțiunile utilajului și operatorului uman (sau al unui grup) în legătură cu prelucrarea unei piese, de la început și până se trece la prelucrarea altei piese.

Faza: este aceea parte a operației care se execută complet dintr-o așezare și poziție a sculei vizând prelucrarea uneia sau mai multor suprafețe cu una sau mai multe scule, însă cu același regim de așchiere.

Trecerea: se desfășoară în timpul procesului de îndepărtare a unui adaos de prelucrare la o aceeași așezare și poziție a semifabricatului, la un anumit regim de așchiere și cu o singură valoare a adâncimii de așchiere.

Mănuirea: elementul component al trecerii caracterizat prin rolul mișcărilor executate de operatorul uman, în vederea pregătirii unei treceri, faze sau operații (fie chiar în timpul desfășurării ei).

1.3. Desfășurarea lucrării

Se vor studia următoarele repere, ale căror suprafețe prelucrate au fost notate cu litere în vederea stabilirii succesiunii operațiilor sau fazelor, după care se va trece la prelucrarea efectivă pe utilaje (mașini-unelte) existente în laborator.

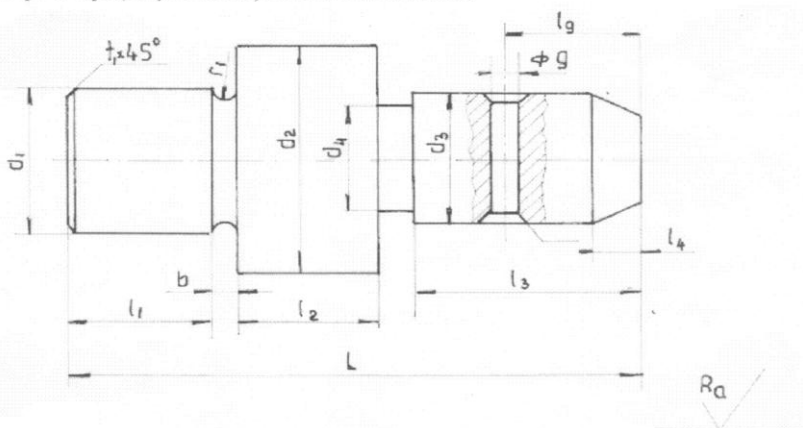


Fig. 1.1

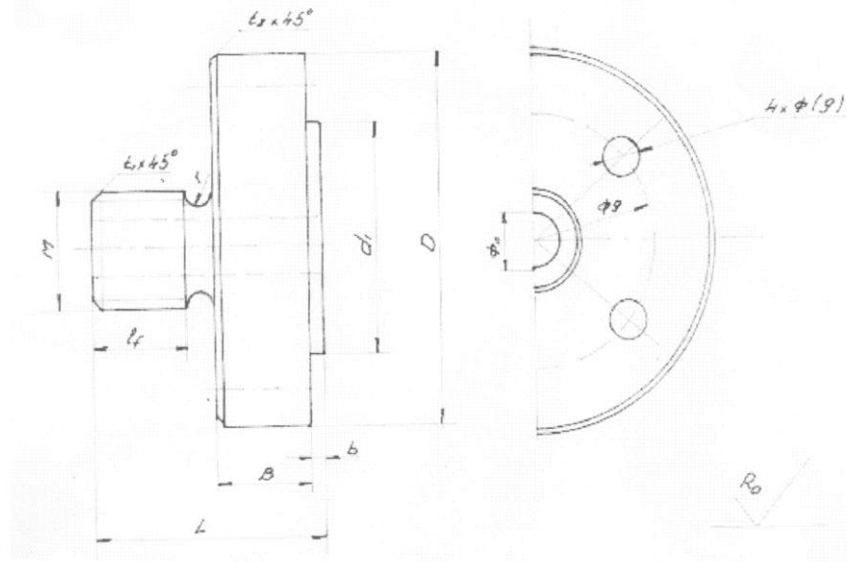


Fig. 1.2.

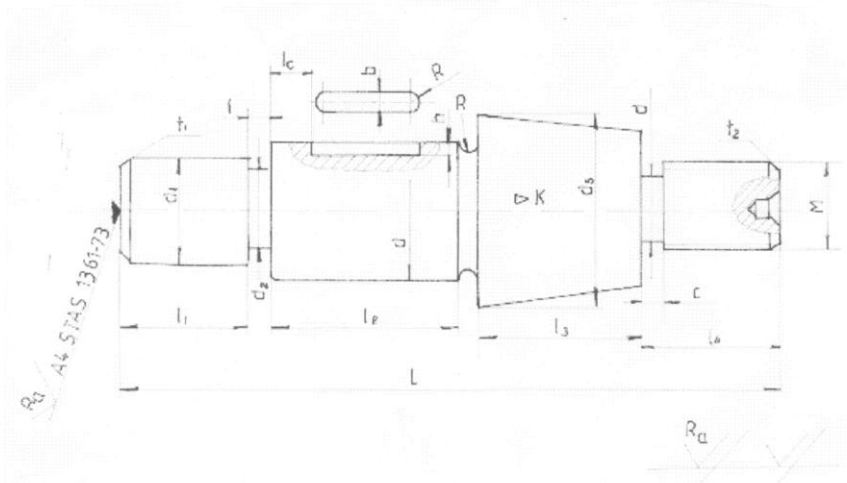


Fig. 1.3.

1.4. P
Pe re

STATOR

- cotel
- denu
- se vor înscrie
- de as
- reper

Nr. Op	Nr. faz.	De

1.5. In
În urm
- varia
- modu
- modu
netezime cerut

1.4. Prelucrarea rezultatelor

Pe reperul ales se vor nota suprafețele cu litere astfel:

$H \times \phi(9)$

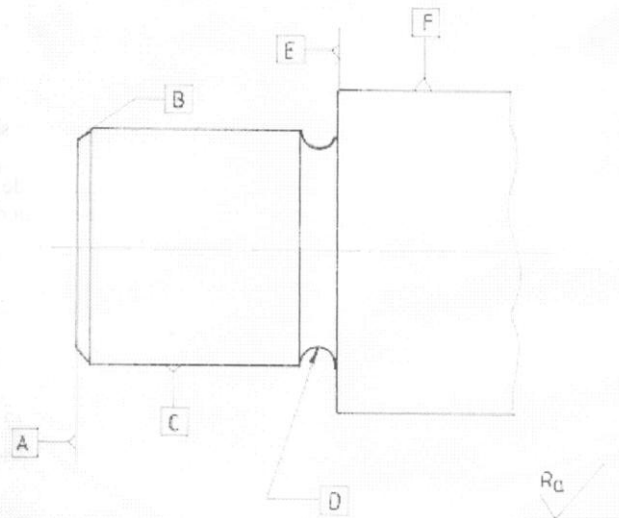


Fig. 1.4.

- cotele se vor stabili pe loc în funcție de mărimea semifabricatului existent;
- denumirea operației, a fazei, schița fazei, parametrii regimului tehnologic (t, s, n, v, \dots) se vor înscrie în tabelul I.
- de asemenea se va indica și mașina unealtă folosită;
- reperul respectiv se va prelucra în cel puțin două variante tehnologice posibile;

Nr. Op	Nr. faz.	Denumire fază	Schița fază	Parametrii regimului tehnologic						MU	Obs.
				t [mm]	s [mm/rot]	n [rot/min]	i [treceți]	Ra [mm]	τ_b		

1.5. Interpretarea rezultatelor (observații și concluzii)

În urma prelucrării reperului ales se vor face aprecieri și comparații cu privire la :

- varianta tehnologică aleasă (nr. de operații, faze, MU, timp de bază, etc.);
- modul în care s-a obținut precizia de prelucrare conform cerințelor stabilite inițial;
- modul în care stabilind parametrii tehnologici s-a reușit (sau nu) să se obțină gradul de netezime cerut (R_a).

LUCRAREA Nr. 2

2. DISTRIBUȚIA DIMENSIUNILOR ÎN CAZUL PRELUCRĂRII SUPRAFETELOR PE MAȘINI-UNELTE

1.1. Obiectul lucrării

Se urmărește a se exemplifica apariția erorilor de prelucrare, atât suma celor sistematice cât și rezultanta erorilor întâmplătoare.

De asemenea, se caută a se familiariza studenții cu unul din aspectele metodicii de cercetare experimentală, cu precădere la erori și distribuția lor în procesul tehnologic de prelucrare.

2.2. Noțiuni teoretice de bază

Indicii de precizie ai distribuției normale

Reamintim câteva din cunoștințele dobândite în cadrul cursului.

Eroarea de dimensiune (ale unei dimensiuni), notată cu x_i :

$$x_i = d_i - d \quad (2.1)$$

unde (d_i) - este dimensiunea unei anumite suprafețe dintr-un lot de piese prelucrate în aceleași condiții.

Se cunoaște faptul că erorile întâmplătoare se supun legii normale de distribuție (GAUSS-LAPLACE). Funcția (legea de distribuție) X , al unui șir de erori din care s-a extras un lot (de probă sau numit statistic) format din mai multe valori d_1, d_2, \dots, d_n , este de forma:

$$Y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (2.2)$$

- (h) este modulul de precizie.

Inversul modulului de precizie ($1/h$), este valoarea lui (x)

pentru care: $\frac{1}{h} = \frac{y_{\max}}{e} = \frac{h}{e\sqrt{\pi}} \quad (2.3)$

Abaterea mijlocie (a) - media aritmetică a abaterilor luate în valoare absolută :

$$a = \frac{2 \int_0^{\infty} xy dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} y dy} = \frac{1}{h\sqrt{\pi}} \quad (2.4)$$

Abaterea medie pătratică (σ) - este rădăcina pătrată a mediei aritmetice a pătratelor abaterilor:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 y dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} y dx}} = \frac{1}{h\sqrt{2}} \quad (2.5)$$

Știind că dimensiunile d_1, d_2, \dots, d_n prezintă erorile respective:

x_1, x_2, \dots, x_n , în raport cu media aritmetică M

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (2.6)$$

S-a demonstrat că modul de precizie al distribuției căutate este dat de relația:

$$\frac{1}{h} = \frac{2}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (2.7.)$$

Verificarea caracterului normal al distribuției

Se utilizează două metode:

- metoda calitativă
- metoda cantitativă

Procedeeul calitativ utilizează suprapunerea curbei normale teoretice, trasată în baza relațiilor (2.2.) și (2.7.) peste poligonul frecvențelor obținute din prelucrarea datelor experimentale înregistrate în tabelul (I) din fig. 2.1.

tabelul I			
Nr. crt.	D _i	x _i =d _i -M	x _i ²
1			
2			
n			
Σ	$\sum_{i=1}^n d_i =$	$\sum_{i=1}^n x_i =$	$\sum_{i=1}^n x_i^2 =$

Fig. 2.1.

Folosind datele din acest tabel (I), se trasează histograma distribuției dimensiunilor suprafeței prelucrate (fig.2.2. a) precum și histograma erorilor (fig.2.2/b).

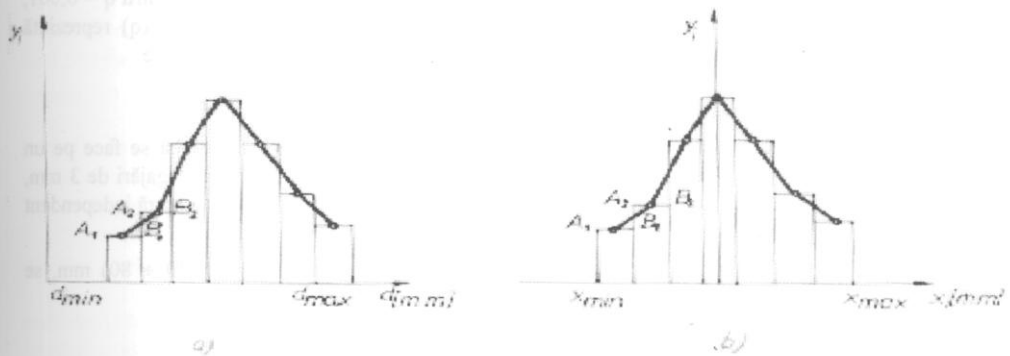


Fig. 2.2.

În prealabil însă trebuie calculat câmpul de împrăștiere al dimensiunilor (w_d)

$$w_d = d_{max} - d_{min} = x_{max} - x_{min} \quad (2.8.)$$

Acest câmp de împrăștiere s-a împărțit într-un număr impar de intervale egale, pentru fiecare interval (i) având (n_i) piese, calculându-se frecvența relativă cu relația:

$$y_i = \frac{n_i}{n} \quad (2.9.)$$

Unind mijloacele segmentelor A_1B_1, A_2B_2, \dots (fig.2.2.a și b)), se obțin poligoanele de frecvență căutate, care se vor suprapune peste curba (de distribuție normală) dată de ecuația (2.2).

Procedeul cantitativ de analiză compară distribuția lotului de probă cu cea a curbei normale (dată de relația 2.2.), folosind indicele de asimetrie și indicele de turtire a curbei.

Verificarea caracterului întâmplător al erorilor

În procesul de prelucrare acționează și o serie de factori cu caracter sistematic. Aceștia au ca efect deplasarea centrului de grupare (M) al câmpului factorilor întâmplători spre dreapta sau spre stânga, în funcție de factorii sistematici cu acțiune preponderentă (în special uzura sculei pe fața de așezare sau deformația termică a ei). Acest lucru duce în realitate la mărirea câmpului de împrăștiere al dimensiunilor prelucrate (w).

Pentru a ne da seama de apariția erorilor sistematice în procesul de prelucrare se face raportul:

$$r = \frac{q^2}{S^2} \quad (2.10.)$$

q^2 - dispersia calculată pe baza diferențelor succesive ale erorilor

S^2 - dispersia obținută în urma măsurărilor

$$\text{deci: } q^2 = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2 \quad (2.11.)$$

$$\text{iar: } S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad (2.12.)$$

valoarea lui (r) se compară cu valoarea (r_0) obținută în absența acțiunii factorilor cu caracter sistematic ($r > r_0$)

Dacă $r < r_0$, atunci apar erori cu caracter sistematic

Pentru a veni în ajutorul celor ce efectuează lucrarea, valorile lui (r_0) pentru $q = 0,001$, $q = 0,01$ și $q = 0,05$ și $n < 59$ sunt prezentate în tabelul II. fig. 2.3. Aici (q) reprezintă probabilitatea ca relația ($r < r_0$) să poată fi verificată în prezenta erorilor sistematice.

2.3. Desfășurarea lucrărilor

Simularea prelucrării mai multor piese constituite într-un lot de probă se face pe un semifabricat din oțel (de preferat OLC-45), pe care s-au strunjit mai multe degajări de 3 mm, separând între ele segmente de câte 10 mm, la a căror prelucrare scula se reglează independent (din nou).

Dornul (semifabricat) având inițial cota $d = d_0 \pm 0,1$, unde $d_0 = (40 \div 80)$ mm, se prezintă în fig.2.4. El cuprinde un număr (n) de segmente ($n < 59$).

Se prelucurează fiecare disc (segment) cu un cuțit de strung (Rp 3), cu regim de așchiere calculat $[v = f \cdot (d)]$. După cum am amintit, sistemul tehnologic se reglează după prelucrarea fiecărui disc-segment la cota $d_r = d_0$.

După prelucrare se măsoară piesele cu un micrometru cu precizia de 0,01 mm.

2.4. Prelucrarea rezultatelor

Având datele obținute în urma măsurărilor se trasează poligoanele de frecvență ale erorilor de prelucrare

$$x_i = d_i - d_0$$

- cu ajutorul relației (2.2.), se ajustează distribuția experimentală a erorilor obținute printr-o distribuție normală, calculând în prealabil parametrul (h) cu relația (2.7.). Apoi se verifică suprapunerea distribuției teoretice peste cea experimentală.

- se determină cu relația (2.5) abaterea medie pătratică (τ), apoi câmpul de împrăștiere (w), cu relația (2.13.)

$$w \cong 6 \tau \quad (2.13.)$$

Datele experimentale calculate se înregistrează în tabelul III, fig.2.5.

tabelul III

Nr. crt.	X_i	x_i^2	$[x_{i+1} - x_i]^2$
1			
2			
n			
Σ	$\sum_{i=1}^n x_i =$	$\sum_{i=1}^n x_i^2 =$	$\sum_{i=1}^n [x_{i+1} - x_i]^2 =$

fig.2.5.

Apoi, cu relația (2.10.) se calculează parametrul (r) folosind și relațiile (2.11.) și (2.12.), care se compară cu (r_0) din tabelul II (fig.2.3.), iar pe urmă se decide dacă $r < r_0$ (sau $r > r_0$); adică există sau nu prezenta erorilor sistematice.

2.5. Interpretarea rezultatelor (observații și concluzii)

Se vor interpreta în ordine:

- modul de corespondență între legea de distribuție ajustată și cea experimentală.
- ponderea erorilor sistematice apărute în procesul de prelucrare
- diferența dintre valoarea câmpului de toleranță impus la prelucrare și valoarea câmpului de împrăștiere obținut
- categoria (tipul) de erori întâmplătoare posibile să fi acționat în procesul de prelucrare și care a fost ponderea lor aproximativă la creșterea (mărirea) câmpului de împrăștiere.

LUCRAREA Nr. 3

3. CONSIDERAȚII PRIVIND REGLAREA LA DIMENSIUNE A SCULELOR

3.1. Obiectul lucrării

Pe baza cunoștințelor dobândite în urma studiului și efectuării lucrării anterioare (nr. 2), ca o directă aplicație a cunoștințelor distribuției statistice, lucrarea de față urmărește corectă și eficientă reglare a sculelor la dimensiune, pe baze științifice ale cercetării experimentale în construcția de mașini.

3.2. Noțiuni teoretice de bază

Reglarea optimă la dimensiune înseamnă de fapt o anumită poziționare a câmpului de împrăștiere "ω" în câmpul de toleranță prevăzut T (δ).

Se urmărește astfel ca numărul de piese considerate acceptabile din punct de vedere tehnic să fie cât mai mare în intervalul de timp dintre două reglări. Conform celor relatate la curs se va considera în lucrare că avem de a face cu un proces tehnologic static stabil și dinamic.

Totodată trebuie să respectăm și cunoscuta relație $\omega < \delta$ (T), (3.1.) adică faptul că procesul tehnologic este controlabil.

Determinarea dimensiunii de reglare a sculei, se face urmărind analiza selectivă (statistică) a unui lot de probă $n = 2 \div 10$ buc.piese. Reglarea fiind de poziția câmpului de împrăștiere "w" față de câmpul de toleranță, dată de media aritmetică d. Dar să nu uităm că atât "ω" cât și d se referă însă la colectivitatea generală N (N între 100÷300 buc.piese); [N>>n].

Va trebui să estimăm "d" (asociat câmpului de împrăștiere ω) prin media lotului de probă d_p ($d_p \neq d$); totodată să găsim legătura între d și d_p .

Conform celor relatate la curs, conform statisticii matematice, câmpul de împrăștiere al lotului de probă (ω_{dp}) este dat de relația:

$$\omega_{dp} = \frac{\omega}{\sqrt{n}} \quad (3.2.)$$

Totodată media mediilor probelor (d_p) trebuie să se suprapună peste media (d) a lotului statistic (N).

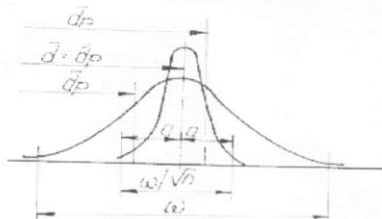


Fig. 3.1.

Așa cum se arată în fig.3.1 media d_p a probei poate să se abată față de media d (a colectivității generale) cu cel mult mărimea :

$$a = \pm \frac{\omega}{2\sqrt{n}} \quad (3.3.)$$

Este deci firesc să apară o eroare, datorat faptului că numărul pieselor din lotul de probă este prea mic pentru a putea caracteriza din punct de vedere statistic procesul de prelucrare (întreaga serie). Această eroare Δ_1 este dată de relația:

$$\Delta_1 = \pm a = \pm \frac{\omega}{2\sqrt{n}} = \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3.4.)$$

unde "σ" este abaterea medie pătratică corespunzătoare colectivității generale (N).

Este firesc că, în afară de Δ_1 , celelalte erori care apar sunt:

Δ_m - eroarea de măsurare

Δ_p - eroarea de poziționare a sculei în raport cu piesa

Deoarece ele sunt erori întâmplătoare valoarea absolută a erorii totale de reglare (Δ_r) va fi:

$$\Delta_r = \sqrt{\pm \Delta_1^2 + \Delta_m^2 + \Delta_p^2} \quad (3.5.)$$

Privitor la dimensiunea de reglare a sculei aceasta poate fi considerat chiar media dimensiunilor lotului de probă (d_p).

Se știe că în cazul unui proces tehnologic static cât și dinamic stabil, reglarea este corect făcută dacă centrul de grupare al câmpului de împrăștiere "ω", adică d se suprapune peste mijlocul M_0 al câmpului de toleranță T(δ).

$$\text{Adică : } d = M_0 \quad (3.6.)$$

Este însă foarte greu de îndeplinit cu exactitate relația (3.6) dar cu atât mai mult în cazul lotului de probă (d_p). De aceea este indicată sugestia că pentru dimensiunea de reglare a sculei (considerată raportat la media d_p a lotului de probă n_p) să existe o toleranță de reglare T_r (δ_r) care la rândul ei să îndeplinească condiția:

$$\begin{aligned} T_r &> 2\Delta_r \\ (\delta_r &> 2\Delta_r) \end{aligned} \quad (3.7.)$$

Astfel rezultă dimensiunea de reglare a sculei prin relația:

$$d_r = M_0 \pm \frac{T_r}{2} \quad (\Delta_r \leq \frac{T_r}{2}) \quad (3.8.)$$

Acest lucru este bine vizibil în figura următoare:

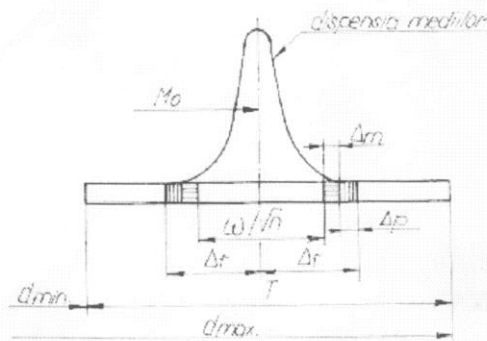


Fig. 3.2.

Se distinge clar că:

$$M_o = d_{\min} + \frac{T}{2}$$

$$\text{iar } T_r > 2 D_r; \text{ respectiv } T_r = \pm \sqrt{\Delta_l^2 + \Delta_m^2 + \Delta_p^2}$$

Astfel relația (3.8) dă soluția corectă a reglării. Urmărind (fig.3.3), trebuie să precizăm că toleranța de reglare "T_r" este o toleranță reală, spre deosebire de toleranța de reglare teoretică T_{rt}.

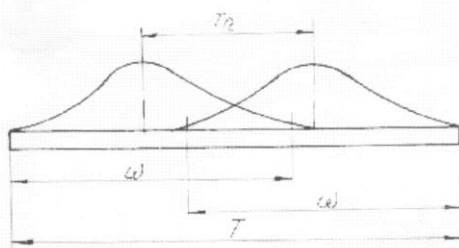


Fig. 3.3.

Cu toate că T_{rt} este mai mare ca toleranța de reglare reală (T_r), ea nu poate fi folosită, întrucât reglarea se face luând în considerație numai un lot de probă n_p = 2 ÷ 10 (buc.piese)

Concluzie: cu cât toleranța T(d) este mai mare în raport cu câmpul de împrăștiere "w", cu atât toleranța de reglare (T_r) este mai mare. Acest lucru este valabil de la depășirea unei anumite diferențe (T₀) constatate și sesizate în observația statistică.

Observații:

- reglarea sculei la dimensiune este dificilă prin faptul că din media lotului de probă (d_p) nu putem cunoaște poziția curbei de dispersie a mediilor probelor în câmpul de toleranță T.
- luând ca referință media probei rezultă că centrul de grupare al câmpului de împrăștiere w poate fi deplasat în sens nedorit cu maxim DI.

$$(\Delta_l = \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}})$$

- pentru evitarea rebutului câmpul de toleranță T(d) ar trebui să fie mult mai mare decât valoarea celui de împrăștiere (w) ceea ce nu este posibil întotdeauna.

- se propune utilizarea unui lot de probă mai extins (n_p > 2-10 buc.piese)

- situația din fig.3.4 este o situație extremă care poate să nu fie întâlnită dar de care trebuie să se țină seama

- în cazul în care toate piesele din lotul de probă se încadrează în câmpul de toleranță iar mediile acestora se încadrează în limitele date de formula 3.8 referitor la dimensiunea de reglaj d, iar la următoarele loturi este indicat chiar să se verifice din nou reglajul

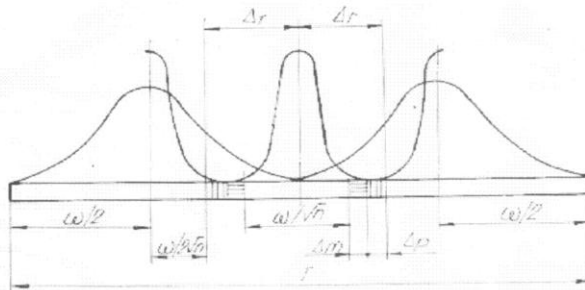


Fig. 3.4.

3.3. Desfășurarea lucrării, prelucrarea rezultatelor, observații și concluzii
 Conform scopului urmărit piesa din fig.3.5 se va prelucra pe unul din strungurile automate cu comandă existente în laborator : SARO-16/b.

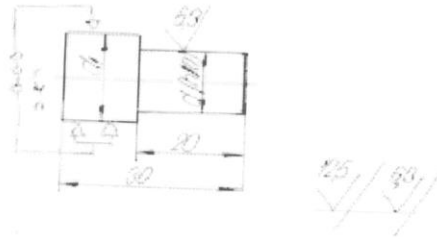


Fig. 3.5.

-se va urmări reglarea la dimensiune a sculei pentru cota $d(h10)$; $R_a = 6.3$ mm deci a unei strunjiri în vederea semifinisării.

-se va regla scula în mod grosier după o piesă etalon după care (prin metoda așchiilor de probă) se va căuta să se obțină o cotă cât mai apropiată de mijlocul câmpului de toleranță.

- se va prelucra un lot de $n_p=2-10$ piese (de preferat 10)

- pentru verificarea cotelor se va utiliza un micrometru iar pentru cazurile rebut un calibru-potcoavă (T-NT)

- se vor compara atât cotele măsurate (pe piesele numerotate) prin reglarea după piesă etalon cât și cele urmărind mijlocul câmpului de toleranță (prin așchii de probă)

OBSERVAȚIE IMPORTANTĂ : se preferă cunoașterea anterioară a câmpului de împrăștiere (ω) al respectivei mașini (de preferință de la o altă lucrare curent executată în laborator).

Măsurători: cunoscând toleranța $T(d)$ a piesei din fig.2.5 precum și valoarea câmpului de împrăștiere w se va verifica dacă $\omega < T(d)$ dacă procesului tehnologic este controlabil.

Folosind în continuare relațiile 3.4, 3.5, 3.7 se va determina în final valoarea dimensiunii de reglare d_r conform relației 3.8. Se recomandă să se utilizeze valorile lui D_m și D_p astfel:

$$\Delta_m = \pm 0.008; \Delta_p = \pm 0.03 \text{ mm}$$

- măsurând dimensiunile pieselor din lotul de probă se va calcula media d_p a acestora

- în urma comparării cu rezultatul dat de relația 3.8 privitoare la d_r se va observa dacă reglarea este corectă sau incorect efectuată

$$d_r = M_0 \pm \frac{T_r}{2}$$

- se va completa următorul tabel comparativ :

Reglarea după piesă etalon	Reglarea prin așchii de probă
$\omega =$	$\omega =$
$T(d) =$	$T(d) =$
$Dl =$	$Dl =$
$D_r =$	$D_r =$
$T_r =$	$T_r =$
$d_r = M_0 \pm \frac{T_r}{2} =$	$d_r = M_0 \pm \frac{T_r}{2} =$

În baza rezultatelor obținute se vor trage concluzii asupra celor două moduri de reglare precum și raportul în care se află ω și $T(d)$.

LUCRAREA Nr. 4

4. DETERMINAREA RIGIDITĂȚII STATICE A SISTEMULUI TEHNOLOGIC ELASTIC (M.D.P.S.) (CAZUL STRUNGULUI NORMAL SNB-400)

4.1. Obiectul lucrării

Lucrarea urmărește punerea în evidență, prin montaj și experiment a deformării statice elastice a elementelor sistemului: mașină-unealtă, dispozitiv, piesă, sculă.

De valoarea rigidității statice depinde proporțional și cea dinamică (mai greu de determinat) iar în final precizia de prelucrare. Modelul simulativ reproduce cazul funcțional de încărcare, deci rezultatele experimentului pot fi utilizate cu convingere maximă referitoare la gradul de cedare static al sistemului atât în zona fixării semifabricatului (păpușa-fixă), a sculei (suport sculă-cărucior sanie), respectiv în dreptul păpușii mobile.

4.2. Noțiuni teoretice de bază

Rigiditatea unui sistem tehnologic elastic a fost definită ca o capacitate a sistemului de a se opune forțelor care tind să-l deformeze.

Analitic (Sokolowski), rigiditatea statică pe o direcție (y) s-a definit prin raportul:

$$R = \frac{F_y}{y} \quad [\text{daN/mm}] \quad (4.1.)$$

F_y - componenta pe direcția (y) a forței de așchiere

y - deplasarea (săgeata) statică a sistemului măsurată tot pe aceeași direcție de acționare

Această relație a fost propusă tocmai pentru prelucrarea pe strung putând fi generalizată și pentru alte tipuri de prelucrări.

Gradul de cedare "W" fiind mărimea inversă rigidității se exprimă cu relația:

$$W = \frac{y}{F_y} \quad [\text{mm/daN}] \quad (4.2.)$$

Am ales componenta (F_y) respectiv deplasarea (y) întrucât pe această direcție se repercutează asupra preciziei de prelucrare valoarea rigidității.

Dar în timpul prelucrării valoarea componentei F_y poate suferii modificări în raport cu valorile nominale toate într-un timp δ deci:

$$\frac{dF_y}{d\tau} \neq 0 \quad (4.3.)$$

aceasta fiind expresia matematică a variației în timp a componentei F_y .

Apare deci și o componentă dinamică $F_{y(d)}$ care va căuta să modifice valoarea forței F_y . Componenta dinamică are un efect direct asupra preciziei de prelucrare, durabilității sculei, gradului de netezime a suprafeței etc. Dacă $\Delta F_{y(d)} = 0$ adică $dF_y / d\tau = 0$ atunci se poate vorbi numai de rigiditate statică a sistemului M.D.P.S.

Să analizăm cazul prelucrării unui arbore între vârfurile păpușii fixe (P_f) respectiv a păpușii mobile (P_m) pe strung după schema din figura 4.1.

Se poate exprima rigiditatea totală a strungului cu relația:

$$R_{T(S.N.)} = \frac{1}{\frac{1}{R_{pf}} \left(\frac{1-x}{l}\right)^2 + \frac{1}{R_{pm}} \left(\frac{x}{l}\right)^2 + \frac{1}{R_{sup}}} \quad (4.4.)$$

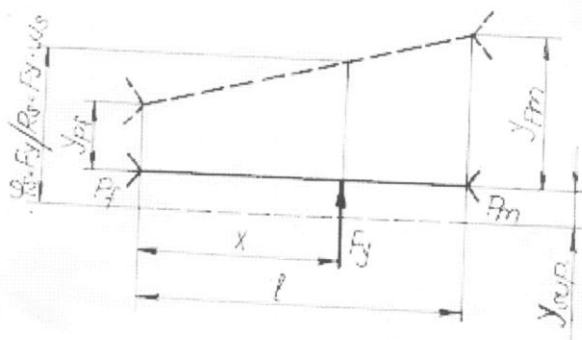


Fig. 4.1.

$R_{T(S.N.)}$ - rigiditatea totală (a strungului normal)

R_{pf} - rigiditatea păpușii fixe

R_{pm} - rigiditatea păpușii mobile

R_{sup} - rigiditatea suportului

În cazul în care se consideră că piesa și scula sunt nedeformabile atunci relația 4.4 exprimă chiar rigiditatea sistemului tehnologic elastic M.D.P.S.

După cum se observă din relația 4.4 privitor la cota "x" rezultă că rigiditatea sistemului variază ca urmare a poziției sculei aflată în mișcare de avans (pe direcția "x"; x neconstant).

Este însă mai ușor de a lucra cu gradul de cedare al sistemului "W".

$$W_{T(S.N.)} = W_{pf} \left(\frac{1-x}{l}\right)^2 + W_{pm} \left(\frac{x}{l}\right)^2 + W_{sup} \quad [\text{mm/daN}] \quad (4.5.)$$

unde W_{pf} , W_{pm} , W_{sup} sunt gradele de cedare ale păpușii fixe, păpușii mobile și suportului.

4.2.1. Metodica determinării caracteristicilor de încărcare-descărcare

Aparatura folosită se poate vedea în figura 4.2.

Acest dispozitiv permite încărcarea respectiv descărcarea subansamblurilor pf, pm, sup., cu ajutorul unor greutăți etalonate.

- (1) - bridă de prindere a profilului
- (2) - profil prins de batiul strungului
- (3) - ceas comparator (verifică deplasarea)
- (4) - piesă cu rol de cuțit ce permite încărcarea suportului port sculă (sup.)
- (5) - cablu de tracțiune
- (6) - greutăți etalonate

În urma unor încărcări-descărcări progresive pentru fiecare din subsamblurile pf, pm, sup. se obțin curbe asemănătoare cu cele din figura 4.3. (specifică păpușii mobile pm).

4.4.)

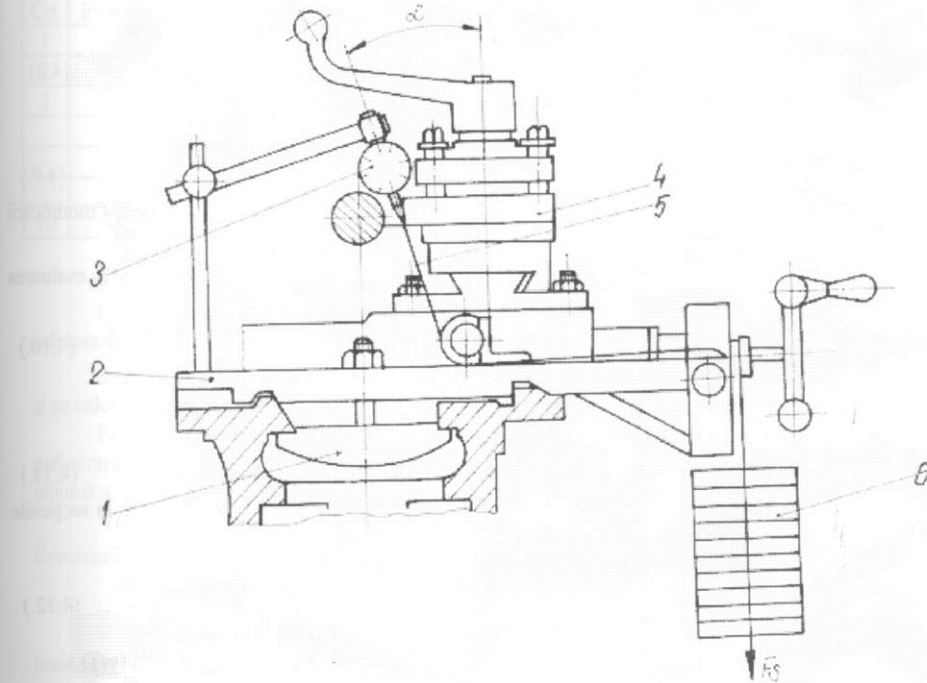


Fig. 4.2.

exprimă
temului

4.5.)

tului.

sup., cu

Observație: ramura de încărcare nu coincide cu ramura de descărcare. Energia dispersată (disipată) va fi valoarea exprimării spațiului închis între cele două caracteristici (curbe). Datorită acestei realități se indică a se lucra cu o cedare (respectiv rigiditate) aproximativă, constantă de valoare medie (indicată prin unghiul alfa). Acest unghi este al dreptei ce împarte aria închisă (lucrul mecanic - energia disipată) în două părți egale.

Conform celor amintite:

$$W_{pm} = W_{pm} = tg(\alpha) \quad (4.6.)$$

unde (W_{pm}) - este cedarea medie a păpușii mobile.

Similar se poate proceda la toate subsamblurile mașinii unelte studiate (p.f., sup.)

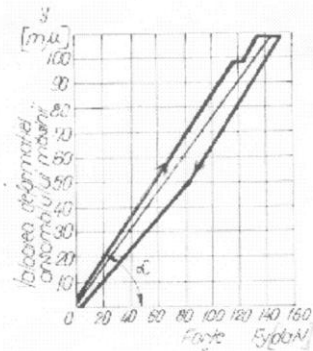


Fig. 4.3.

4.2.2. Estimarea influenței gradului de cedare (al rigidității) asupra preciziei de prelucrare
Eroarea de diametru care poate apare va fi:

$$Dd = 2y \quad (4.7.)$$

unde y este deformația (săgeata)

În baza relației (4.2) rezultă:

$$Dd = 2y = 2W_{T(S.N.)}F_y \quad (4.8)$$

Dar cedarea totală a sistemului $W_{T(S.N.)}$ dată de relația 4.5 poate varia între

$$W_{T(S.N.)max} \text{ și } W_{T(S.N.)min} \text{ rezultă că relația 4.8. poate fi scrisă și astfel:}$$

$$Dd = 2F_y[W_{T(S.N.)max} - W_{T(S.N.)min}] \quad (4.9.)$$

În realitate și (F_y) variază datorită unor multitudini de factori (chiar și din cauza modificării adâncimii de așchiere t).

Astfel se impune luarea în considerare a unei adâncimi de așchiere reale (t_r) la evaluarea componentei forței de așchiere (F_y) care depinde de deformație (săgeata y)

$$t_r = t - y \quad (4.10.)$$

unde : t_r este adâncimea reală

t este adâncimea teoretică

Deci, mai corect relația (4.9.) se poate scrie:

$$d = [F_y W_{T(S.N.)max} - F_y W_{T(S.N.)min}] \quad (4.11.)$$

unde [$F_y W_{T(S.N.)max}$; $F_y W_{T(S.N.)min}$] sunt componentele F_y ale forței de așchiere în secțiunile unde sistemul are cedările maxime respectiv minime.

Dacă din expresia gradului de cedare (4.2) exprimăm deformația

$$y = W \times F \quad (4.12.)$$

iar în expresia (4.12) introducem în locul lui W valoarea sa din relația (4.5)

$W_{T(SN)}$ - cedarea totală a sistemului, atunci obținem valoarea deformației sistemului (y_s)

$$y_s = F_y W_{T(SN)} = F_y [W_{pf}(1-x)^2/x^2 + W_{pm}(x/l)^2 + W_{sup}] \quad (4.13.)$$

Minimizând această funcție $y_s = f\{F_y, W_{T(SN)}\}$, obținem distanța (x) la care cedarea are valoarea minimă, deci și eroarea va fi minimă.

Aceasta este:

$$x = \frac{W_{pf}}{W_{pf} + W_{pm}} l \quad (4.14.)$$

4.3. Desfășurarea lucrării

Se va proceda, după montarea dispozitivului pe SNB-400, la încărcarea-descărcarea fiecărui subsansamblu ($pm, pf, sup.$) cu greutatea de 10 (daN).

Măsurarea deformațiilor se va face după direcția (conform fig.4.2) utilizându-se prinderea ceasului comparator pe suporturi adecvate (prindere magnetică).

Datele obținute în urma măsurătorilor se trec în tabelul (I).

TABELUL I

Nr Crt	Păpușa fixă		Păpușa mobilă		Suport		W _{pf} =
	încărcare	descărcare	încărcare	descărcare	încărcare	descărcare	
1	10		10		10		W _{pm} =
2	20		20		20		
3	30		30		30		
							W _{sup} =
10	100		100		100		

4.4. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor (observații și concluzii)

Cu datele din tabelul I (fig.4.4) se vor trasa curbele de încărcare-descărcare pentru fiecare subansamblu în parte $y=f(F_y)$ pentru (pm),(pf) și (sup).

Se determină apoi pentru fiecare subansamblu cedarea medie (respectiv rigiditatea medie) și se calculează unghiul α° .

Folosind expresia lungimii (x) din relația (4.14.) se va calcula valoarea acesteia considerând prelucrarea între vârfuri a unui arbore considerat nedeformabil. Totodată se va calcula valoarea minimă a cedării cu relația (4.5.).

Valoarea maximă a rigidității $R_{T(SN)max} = 1/W_{T(SN)max}$ se va calcula în continuare. Considerând constantă componenta (F_y) a forței de așchiere și calculabilă cu relația:

$$F_y = l C_{Fz} t^{x_{Fz}} F_z^s Y_{Fz} \quad (4.15.)$$

unde $C_{Fz}=191$; $x_{Fz}=1$; $y_{Fz}=0.75$; $l=0.5$;

pentru un cutit din carburi metalice având $\alpha=6^\circ$; $g=10^\circ$; $k=45^\circ$ și lucrând cu avansul $s=0.1$ mm/rot la adâncimea de așchiere $t=1$ mm. Folosind relația-4.8. se va calcula eroarea Dd care poate să apară în timpul prelucrării.

Se vor calcula și cedările (respectiv rigiditățile) strungului SNB-400 în toate cele trei secțiuni W_{pf} , W_{sup} , W_{pm} , R_{pf} , R_{sup} , R_{pm} .

În baza celor trei diagrame ridicate se vor trage concluzii referitoare la rigiditatea în ansamblu a mașinii-unelte folosite precum și asupra preciziei de prelucrare ce poate fi obținută.

LUCRAREA Nr. 5

5. DETERMINAREA RIGIDITĂȚII DINAMICE A SISTEMULUI TEHNOLOGIC ELASTIC M.D.P.S. CAZUL MAȘINII DE FREZAT UNIVERSALE FUS-22

5.1. Obiectul lucrării

În lucrare se urmărește determinarea mărimii rigidității dinamice a mașinii de frezat universale FUS-22, fără a studia rigiditatea diverselor subsansamble, scoțând în evidență influența rigidității asupra preciziei de prelucrare ce se poate obține pe acest sistem tehnologic elastic M.D.P.S.

5.2. Noțiuni teoretice de bază

Principiul metodei folosite îl constituie prelucrarea unei piese cu adaos de prelucrare variabil (fig. 5.1.) pe masa mașinii de frezat FUS-22 folosind o freză cilindrică (fig. 5.1/a).

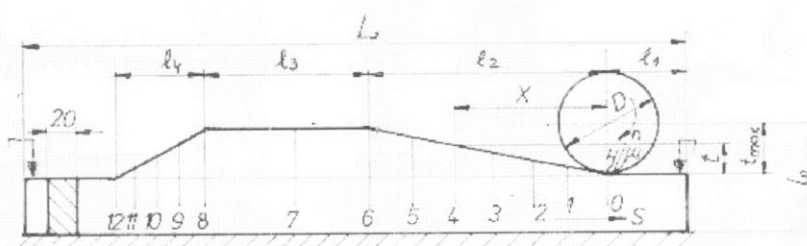


Fig. 5.1/a

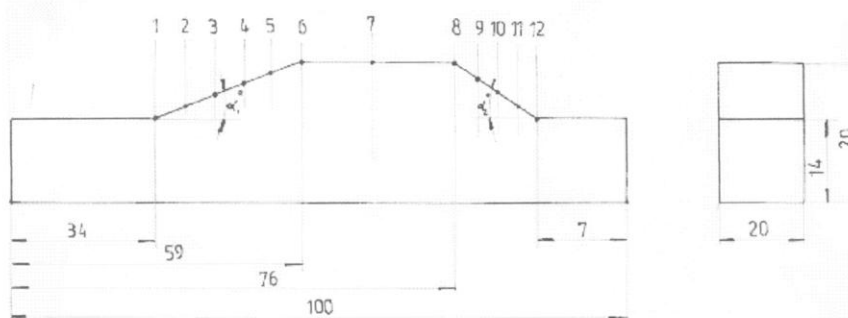


Fig. 5.1/b

Semifabricatul (fig. 5.1/b) este rigid, iar fixarea directă pe masa mașinii mărește rigiditatea sistemului. Suprafața superioară se va freza dintr-o singură trecere, având freza reglată la cota l_0 față de masa mașinii.

Prelucrarea se va realiza cu adâncimi diferite pe lungimea suprafeței de prelucrat (deci diverse valori ale forțelor de lucru).

Forțele de așchiere fiind diferite, rezultă că și deformațiile elastice al sistemului elastic M.D.P.S. vor fi diferite.

TIC

Rigiditatea mașinii de frezat $R_{(MF)}$ se determină cu relația:

$$R_{(MF)} = K C S_T^{0.75} \xi_i \quad (5.1.)$$

unde : K - coeficient ce caracterizează raportul rezultatelor componentelor (P_Y / P_T); $K=0.3$ la prelucrarea contra sensului avansului

C - coeficient care depinde de proprietățile mecanice ale materialului de prelucrat și de unghiul de tăiere al frezei

S_T - avansul [mm/rot]

ξ_i - coeficient de precizie

frezat
lenta
elasic

$$\xi_i = \frac{t_i}{\Delta p_i} \quad (5.2.)$$

unde : t_i - adaosul de prelucrare al semifabricatului în secțiunile ($i=1,2,\dots,12$).

Δp_i - abaterea de la dimensiunea piesei corespunzătoare celor "i" secțiuni

În afara determinării rigidității dinamice a mașinii de frezat FUS-22 un interes comparativ îl constituie și ridicarea diagramei de încărcare - descărcare, în funcție de cursa de lucru. În acest scop să urmărim forțele, mai precis rezultantele, care acționează în cele "i" secțiuni, adică P_{Vi} , forțe care solicită diferit subansamblele mașinii de frezat, după direcția verticală (vezi fig.5.2.)

Din (fig.5.2.) rezultă:

$$P_V = P_{ZV} - P_{YV} \quad (5.3.)$$

Dacă notăm cu $\Psi = \arccos(1-2t/D)$

unghiul de acoperire al frezei, va rezulta:

$$P_{ZV} = P_Z \sin \Psi \quad (5.4.)$$

iar

$$P_{YV} = P_Y \cos \Psi = (K P_Z) \cos \Psi \quad (5.5.)$$

Introducând valorile P_{ZV} din relația (5.4)

respectiv P_{YV} din relația (5.5) în relația (5.3)

rezultă:

$$P_V = P_Z (\sin \Psi - K \cos \Psi) \quad (5.6.)$$

Componenta tangențială (P_Z) a forței de așchiere la frezare se va calcula cu relația cunoscută (din teoria așchierii):

$$P_Z = C t^x s_d^y B^z D^q z \quad (5.7.)$$

unde : t - adâncimea de așchiere [mm]

s_d - avansul pe dinte al frezei [mm/dinte]

B - lățimea de frezare [mm]

D - diametrul frezei [mm]

Z - numărul de dinți ai frezei

x,y,z,q - coeficienții care depind de natura materialului de prelucrat, tipul și geometria

frezei.

ditatea
cota l_0

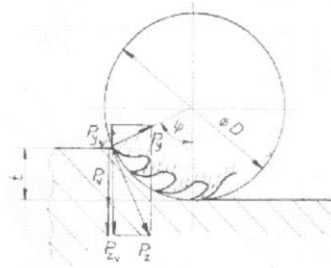


Fig. 5.2.

Înlocuind valoarea lui (P_z) din relația (5.7) în relația (5.6) obținem:

$$P_v = C t^x s_d^y B^z D^q z (\sin Y - R \cos Y) \quad (5.8.)$$

5.3. Desfășurarea lucrării

În urma fixării semifabricatului (fig.5.1) pe masa mașinii, având muchiile laterale paralele cu direcția avansului (reglarea făcându-se cu ajutorul ceasului comparator), se va trece la măsurarea adaosurilor de prelucrare (t_i) în dreptul celor 12 rizuri (diviziuni)

Se frezează semifabricatul dintr-un capăt în celălalt dintr-o singură trecere în contrasensul avansului (fig.5.1).

Se vor nota elementele prelucrării:

- diametrul frezei cilindrice cu dinți drepți D [mm]
- numărul de dinți Z ai frezei
- unghiurile a și g ale frezei (sculei)
- materialul semifabricatului de prelucrat OLC45
- regimul de lucru $n =$ [rot/min]
- avansul mesei $S_m =$ [mm/min]

La sfârșitul prelucrării cu ajutorul unui comparator reglat la zero se va măsura în dreptul diviziunilor (rizurilor) laterale abaterile de la dimensiune ale piesei provocate de deformațiile elastice ale mașinii de frezat (sistemul M.D.P.S. al mașinii FUS-22) iar rezultatele măsurătorilor se vor trece în tabelul următor:

Mărimea	Secțiunea în care se măsoară												
	pe partea crescătoare a adaosului de prelucrare						pe partea descrescătoare a adaosului de prelucrare						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Adaosul de prelucrare t [mm]													
Forța P_v [N]													
Abaterile de la dimensiunea piesei Δp [mm]													
Rigiditatea mașinii R_{MF} [daN/mm]													

5.4. Prelucrarea rezultatelor (observații și concluzii)

Pentru materialul dat OLC 45 se cunosc coeficienții necesari calculului componentei tangențiale P_z din relația 5.7 astfel: $c = 68$; $x = 0.86$; $y = 0.74$; $z = 1$; $q = -0.86$. Apoi folosind relația 5.1 referitor la calculul rigidității mașinii de frezat (R_{MF})_{*i*} se calculează valorile acestora în cele "i" zone (R_{MF1}, R_{MF2}, \dots).

Se determină rigiditatea medie a mașinii de frezat FUS-22 cu relația:

$$(R_{MF})_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (R_{MF})_i}{12} \quad (5.9.)$$

Folosind relația 5.8 de determinare a forței P_v în secțiunile indicate se trece la calcularea ei și apoi la trasarea diagramei de încărcare descărcare: $P_v=f(\text{deplasare})$.

5.8.) În continuare se determină și deformațiile elastice teoretice ale piesei $(D_{pt})_i$

$$(\Delta_{pt})_i = \frac{(P_v)_i}{(R_{MF})_i} \quad i=1,2,3,\dots,12 \quad (5.10.)$$

aralele
cece la

În final se vor compara deformațiile teoretice cu cele stabilite experimental (măsurate).

asensul

5.5. Observații și concluzii

- se trag concluzii asupra influenței deformațiilor cauzate de variația rigidității asupra preciziei de prelucrare.
- se va căuta a se stabili o legătură între adâncimea de așchiere (t) și rigiditatea mașinii de frezat (legătură cauzală).
- se va arăta precizia posibilă de obținut pe mașina unealtă analizată luând în considerare deformațiile elastice determinate experimental.

dreptul
rmațiile
rilor se

are a
are
12

onentei
folosind
esteia în

(5.9.)

LUCRAREA Nr. 6

6. INFLUENȚA RIGIDITĂȚII SISTEMULUI TEHNOLOGIC ELASTIC (M.D.P.S.) ASUPRA PRECIZIEI DE PRELUCRARE (CAZUL STRUNJIRII LONGITUDINALE)

6.1. Obiectul lucrării

Lucrarea urmărește verificarea modului în care rigiditatea unui sistem tehnologic elastic (M.D.P.S.) influențează precizia de prelucrare prin strunjire cunoscând că asupra oricărei piese prelucrate, rigiditatea sistemului (care prelucrează) se repercutează asupra preciziei pe care se urmărește a se obține.

6.2. Noțiuni teoretice de bază

După cum se știe de la cursul de T.C.M. rigiditatea dinamică nu are o definiție clară, interpretarea ei fiind nedeterminată.

Se știe totodată că deformația sistemului tehnologic elastic (M.D.P.S.) nu depinde numai de mărimea forței ce acționează (F_y) ci și de frecvența variației ei.

În cazul în care frecvența de variație a forței coincide cu una din frecvențele proprii ale sistemului deformațiile se măresc brusc, apărând fenomenul de rezonanță.

Rigidității dinamice se dă una din expresiile:

$$R_{din} = \frac{A_F}{A_{dr}} \quad (6.1)$$

A_F - amplitudinea forței armonice (aplicate între scula așchietoare și piesă)

A_{dr} - amplitudinea deplasării care apare la rezonanță între punctele de aplicare a forței

Deoarece orice prelucrare mecanică prin așchiere se desfășoară în regim dinamic, în studiul preciziei de prelucrare trebuie luată în considerare rigiditatea dinamică (dată de componenta dinamică DF_{yd}) respectiv cedarea dinamică a sistemului tehnologic elastic M.D.P.S.

Se știe tot de la cursul de T.C.M., definiția conceptului de precizie, exprimat astfel:

$$c = \frac{\Delta s}{\Delta f} \quad (6.2.)$$

D_s - erorile semifabricatului

D_f - erorile piesei finite

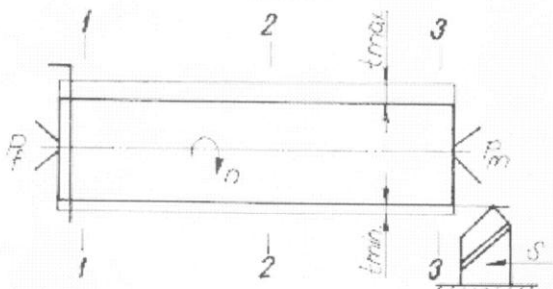


Fig 6.1.

Considerăm prelucrarea între vârfurile pârghii fixe (P_f) și pârghii mobile (P_m), conform figurii 6.1.

Arborele, după cum se vede din figură, are o variație constantă a adaosului de prelucrare (variabil doar pe circumferință). Se poate considera $D_s = \text{constant}$.

Rezultă că datorită variației rigidității sistemului de

prelucrare elastic M.D.P.S. de-a lungul semifabricatului va fi valabilă eroarea D_r (adică a piesei finite).

Notând pe semifabricat (conf. fig. 6.1) trei secțiuni importante (1), (2) și (3) dinspre păpușa fixă către cea mobilă, vom obține trei valori ale coeficientului de precizie C_1, C_2 și C_3 .

Reamintim (din cursul de TFM) relațiile:

$$\begin{aligned} D_s &= t_{\max} - t_{\min} \\ D_f &= y_{\max} - y_{\min} \end{aligned}$$

Astfel:

$$C_1 = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{y_{1\max} - y_{1\min}}; C_2 = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{y_{2\max} - y_{2\min}}; C_3 = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{y_{3\max} - y_{3\min}} \quad (6.4)$$

Știind că:

$$D_f = y_{\max} - y_{\min} = D_{F_y} W \quad (6.5)$$

Deci:

$$\begin{aligned} D_{f_1} &= y_{1\max} - y_{1\min} = 1 C_{F_z} S^{y_{Fz}} (t_{\max} - t_{\min}) W_1 \\ D_{f_2} &= y_{2\max} - y_{2\min} = 1 C_{F_z} S^{y_{Fz}} (t_{\max} - t_{\min}) W_2 \\ D_{f_3} &= y_{3\max} - y_{3\min} = 1 C_{F_z} S^{y_{Fz}} (t_{\max} - t_{\min}) W_3 \end{aligned} \quad (6.5/a)$$

Cu ajutorul relațiilor (5.5/a) se vor putea calcula cedările (respectiv rigiditățile) sistemului tehnologic elastic după cum urmează:

$$W_1 = \frac{1}{\lambda C_{F_z} S^{y_{Fz}}} \frac{1}{C_1}$$

$$W_2 = \frac{1}{\lambda C_{F_z} S^{y_{Fz}}} \frac{1}{C_2}$$

$$W_3 = \frac{1}{\lambda C_{F_z} S^{y_{Fz}}} \frac{1}{C_3}$$

unde $(C_1), (C_2), (C_3)$ sunt coeficienții de precizie în cele trei secțiuni.

Rigiditățile în aceste secțiuni vor fi:

$$R_1 = \frac{1}{W_1}; R_2 = \frac{1}{W_2}; R_3 = \frac{1}{W_3} \quad (6.7)$$

Cele anterior calculate au fost valabile în situația în care s-a considerat că scula și piesa sunt nedeformabile.

În vederea stabilirii influenței rigidității sistemului tehnologic asupra preciziei de prelucrare, trebuie urmărit modul în care erorile semifabricatului se copiază pe piesa finită. Aceasta se poate face ridicând o diagramă de variație $D_s=f(a)$, respectiv $D_f=f(a)$ unde a° este unghiul de rotație corespunzător variației adâncimii pe rază (fig. 6.2)

Cu cât curba $D_f=f(a)$ este mai apropiată de curba $D_s=f(a)$, cu atât mai mult se poate trage concluzia că rigiditatea sistemului tehnologic este mai scăzută, iar invers, rezultă că

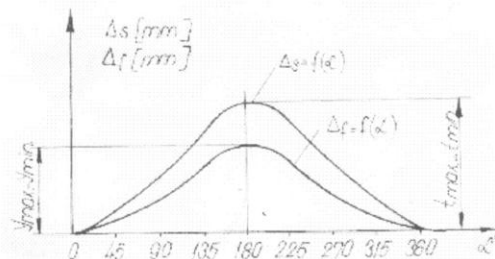


Fig. 6.2.

rigiditatea sistemului tehnologic elastic (M.D.P.S.) este mai mare (convenabilă fiind din punct de vedere al prelucrării).

6.3. Desfășurarea lucrării

Pentru a ușura așchiera și măsurătorile se consideră piesa prelucrată formată din trei inele (i_1), (i_2), (i_3) prinse în dispozitivul din fig.6.3

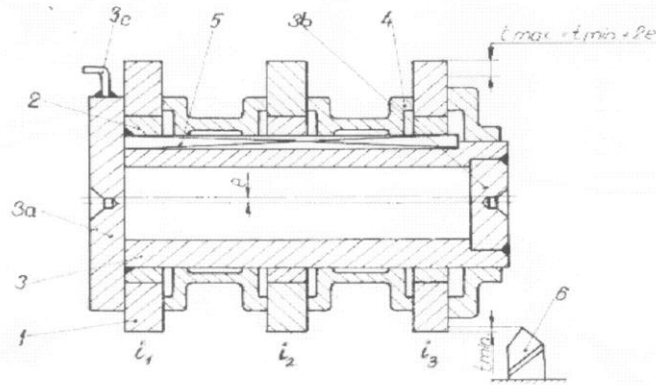


Fig. 6.3.

unde:

- 1- inele semifabricat (i_1, i_2, i_3) - 3 bucăți
- 2- inele excentrice (3 bucăți)
- 3- țeavă de sprijin (orientarea)
- 3a- flanșă sudată
- 3b- capac sudat
- 3c- cap de antrenare (sudat)
- 4- bucșă distanțieră și de strângere (2 buc.)
- 5- pană de poziționare
- 6- cuțit de strunjit longitudinal

Întrucât inelele sunt înguste, evităm influența uzurii sculei sau a alungirii termice a ei asupra preciziei de prelucrare.

Datorită montajului pe inelele excentrice (2) semifabricatul (inelele i_1, i_2, i_3) se va roti excentric în timpul prelucrării (valoarea excentricității "e") din care cauză si adaosul de prelucrare va fi variabil pentru fiecare inel (de la t_{max} la t_{min}).

Măsurarea acestei variații se face radial din 45° în 45° , cu ajutorul ceasului comparator, rotind piesa în sens normal de lucru (inelele au zonele gradate $\alpha^\circ=(0, 45^\circ; 90^\circ; 360^\circ)$).

Astfel se ridică cele trei curbe la inelele (i_1), (i_2), (i_3)

$$D_s=f(\alpha^\circ) \text{ (ca și în cazul fig.6.2)}$$

În continuare se vor strunji longitudinal cele trei inele cu regimul:

$t_{min}=0,5$ (mm), $s=0,1$ (mm/rot), $v=70$ (m/min) folosind un cuțit de strung armat cu plăcuțe din carburi metalice (P10) având geometria $\alpha^\circ=6^\circ$; $g^\circ=10^\circ$; $\chi^\circ=45^\circ$.

- Strunjirea se face dintr-o singură trecere și fără dereglarea sculei.

- După strunjire se vor măsura erorile piesei, în aceleași puncte (stabilite unghiular $\rightarrow\alpha^\circ$) în care s-au măsurat variațiile adaosului de prelucrare.

Pe aceleași diagrame unde s-au trecut curbele $D_s=f(\alpha^\circ)$, se vor trasa și curbele $D_f=f(\alpha^\circ)$, pentru cazurile inelelor (i_1), (i_2), (i_3).

6.4. Prelucrarea datelor experimentale

Înainte de trasarea curbelor de variație $D_s=f(a^\circ)$ și $D_f=f(a^\circ)$ se recomandă a se înscrie datele conform modelului din tabelul I fig. 6.4.

TABELUL I

Nr. crt.	a°	Indicațiile acului de la ceasul comparator					
		La inelul de lângă păpușa fixă (P.F.)		La inelul din mijloc (M).		La inelul de lângă păpușa mobilă (P.M.)	
		înainte de prelucrare	după prelucrare	înainte de prelucrare	după prelucrare	înainte de prelucrare	după prelucrare
1	0°						
2	45°						
3	90°						
4	135°						
5	180°						
6	225°						
7	270°						
8	315°						
9	360°						

Fig. 6.4.

Se trasează curbele $D_s=f(a^\circ)$ și $D_f=f(a^\circ)$ după modelul din fig. 6.2.

- se compară cele două curbe trasate
- cu ajutorul relațiilor (6.4), (6.6), (6.7) se vor determina cedările (respectiv rigiditățile) totale ale sistemului tehnologic elastic M.D.P.S. în cele trei secțiuni principale ale dispozitivului (i_1, i_2, i_3).

6.5. Observații și concluzii

Întrucât măsurarea rigidității statice (din cadrul lucrării nr.3) s-a făcut pe aceeași M.U.(SNB-400), ar fi interesant să se compare cele două rigidități (grade de cedare).

Se va observa raportul în care se află rigiditatea statică a acestuia față de rigiditatea dinamică, determinată la lucrarea precedentă.

Se vor scoate în evidență erorile făcute cu ocazia acestei comparații.

LUCRAREA Nr. 7

7. INFLUENȚA DEFORMĂȚII ELASTICE A SEMIFABRICATULUI ASUPRA PRECIZIEI DE PRELUCRARE OBTINUTE

7.1. Obiectul lucrării

Lucrarea are ca scop identificarea influenței deformației elastice a piesei (semifabricat) asupra preciziei de prelucrare în cazul strunjirii (pe SNB - 400), pentru diferite cazuri de prindere.

7.2. Noțiuni teoretice de bază

După cum se știe, atât din cadrul cursului (T.C.M.), cât și de la Rezistența Materialelor, deformațiile elastice ale pieselor (organelor de mașini) depind în principal de 2 factori:

- mărimea și poziția forței de acționare
- capacitatea de deformare a sistemului elastic (rigiditatea acestuia)

Din punct de vedere al preciziei de prelucrare ne interesează trei cazuri distincte de prindere (considerând forța F_y principala cauză a deformării).

Aceste cazuri sunt:

a) Prinderea semifabricatului între vârfuri

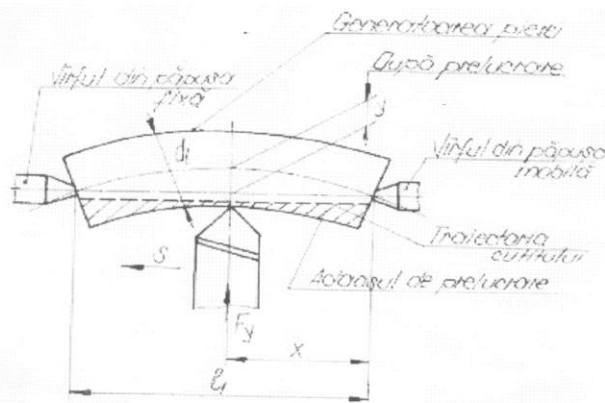


Fig.7.1.

Cele ce se cunosc parțial se pot observa în fig.7.1., factorii care produc deformația geometrică a piesei după prelucrare sunt:

- deformația elastică a semifabricatului
- deformația păpușii fixe
- deformația păpușii mobile
- deformațiile suportului port-sculă
- uzura și deformația termică a sculei
- deformația termică a piesei
- erorile la mers în gol ale strungului (bătaia arborelui principal) etc.

În urma măsurătorilor, s-a constatat că deformațiile piesei au în lungul acesteia o variație neliniară.

Din condițiile de rezistență ale unei încărcări cu forța F_y , situată între 2 reazeme, rezultă săgeata (y) astfel (fig. 7.2)

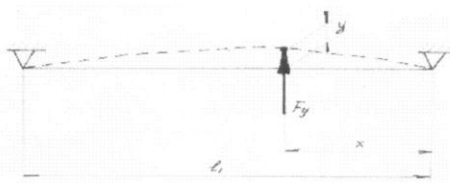


Fig. 7.2.

$$y = \frac{F_y (l_1 - x)^2 * x^2}{3EI_z I_1} \quad (7.1.)$$

E - modulul de elasticitate longitudinal al piesei

($E = 2 * 10^4$ daN/mm²)

I_z - momentul de inerție axial al secțiunii circulare

$$I = \frac{\pi * d^2}{64} \quad (\text{mm}^4) \quad (7.2.)$$

l_1 - lungimea arborelui (mm)

x - distanța de la capătul dinspre păpușa mobilă până la sculă (mm)

Este evident că deformația elastică maximă a piesei se va obține, în acest caz pentru $x=l_1/2$ și va fi exprimată numeric de relația:

$$y_{\max} = \frac{F_y * l_1^3}{48EI_z} \quad (7.3.)$$

de asemenea, deformația elastică (teoretică) în reazeme (adică în vârfuri) va fi obținută pentru $x=0$

$$y_{\min} = 0 \quad (7.4.)$$

b) Prinderea semifabricatului în universal și vârful păpușii mobile

Prinderea este redată în fig. 7.3.

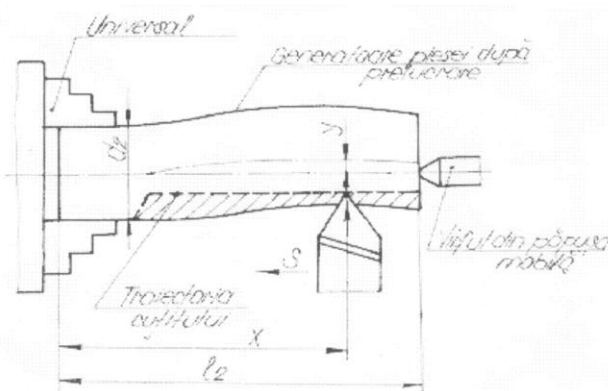


Fig. 7.3.

Considerând, din punct de vedere teoretic arborele încastrat la un capăt (păpușa fixă-universal), respectiv rezemat la celălalt (vârful păpușii mobile), conform fig.7.4, deformația elastică, sub acțiunea componentei (F_y) se va calcula cu relația

$$y = \frac{F_y * I_2^3}{32 EI_z} * \left(\frac{x}{I_2} - \frac{5}{3} * \frac{x^2}{I_2^3} \right) \quad (7.5.)$$

deformația elastică maximă (y_{max}) se va obține

pentru $x = I_2 \sqrt{\frac{1}{5}}$, calculându-se cu relația:

$$y_{max} = 0.0098 \frac{F_y * I_2^3}{EI_z} \quad (7.6.)$$

deformația elastică minimă (teoretică) se obține în reazemul unde $y_{min}=0$.

c) Prinderea piesei în universal (un capăt liber - în consolă)

Deformația elastică a piesei (fig.7.5) este specifică situației teoretice a unei bare încastrată la un capăt și liberă la celălalt capăt (fig.7.6)

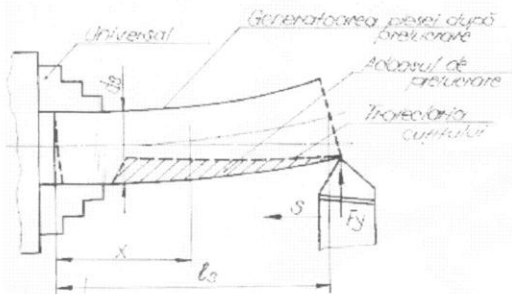


Fig.7.6.

Astfel deformația va deveni:

$$y = \frac{F_y * x^3}{3EI_z} \quad (7.7.)$$

iar valoarea deformației maxime (y_{max}) a piesei, va fi pentru lungimea $x=l_3$;

$$y_{max} = \frac{F_y * l_3^3}{3EI_z} \quad (7.8.)$$

- de asemenea, deformația minimă se va produce pentru cazul $x=0$; $y_{min}=0$.

Limita variației dimensiunii arborelui (piesei), datorată deformațiilor elastice, se determină cu relația:

$$d=2(y_{max}-y_{min}) \quad (7.9.)$$

fiind cazul unei suprafețe simetrice.

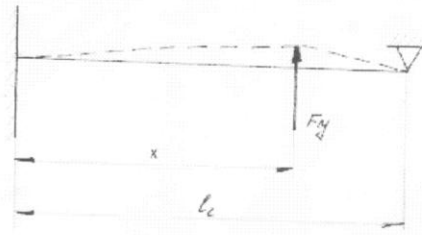


Fig. 7.4.

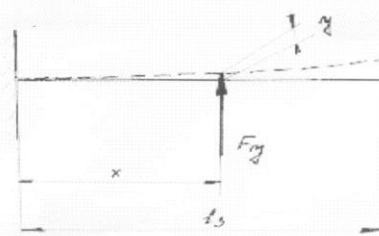


Fig.7.5.

7.3. Desfășurarea lucrării

Pe strungul SNB-400 se va prelucra o piesă (material OLC 45) având dimensiunile diametrelor în jur de $f_d=(15\div 30)$ mm, și lungimile $l_1, l_2\cong(300\div 400)$ mm și $l_3=(150\div 200)$ mm.

Schemele de prelucrare vor fi cele în ordine:

- conform 7.2/a,b,c respectiv fig. 7.1, 7.3, 7.5

Se vor prelucra suprafețele după regimul recomandat:

$$t=0.5\div 0.75 \text{ (mm)}$$

$$v=40\div 50 \text{ (m/min)}$$

$$s=0,1 \text{ (mm/rot)}$$

După prelucrare, se vor măsura cu ajutorul unui micrometru de precizie (0,01 mm) diametrele suprafețelor prelucrate din 50 în 50 (mm).

7.4 Prelucrarea datelor experimentale

Știind că forța F_y se calculează cu relația:

$$F_y = C_{F_y} * t^{x_{F_y}} * s^{y_{F_y}} \quad (7.10.)$$

unde:

$$C_{F_y}=78; \quad x_{F_y}=0,9; \quad y_{F_y}=0,75;$$

Se calculează deformațiile elastice maxime ale piesei (y_{max}) cu ajutorul relațiilor 7.3, 7.6, 7.8

Cu ajutorul relației (7.9) se va calcula limita de variație a dimensiunilor piesei prelucrate (în ideea acceptată că deformațiile elastice minime sunt nule).

Pentru a calcula (teoretic) deformațiile elastice ale piesei (y), în lungime, (din 50 în 50 mm) se vor folosi relațiile: (7.1), (7.5), și (7.7).

Datele se vor înregistra sub formă de tabel (TABELUL I.) fig. 7.7.

TABELUL I.

x[mm]	0	50	100	150	$l_1(l_2)l_3$
y[mm]						

Fig. 7.7

Se trece apoi la compararea rezultatelor obținute teoretic cu cele experimentale.

Legătura dintre deformația (y) și lungimea (x) la care s-a măsurat, se va reprezenta grafic (conform modelului din fig.7.8), pentru fiecare caz de prelucrare 7.2 a,b,c.

7.5 Observații și concluzii

Referitor la rezultatele teoretice și experimentale obținute se vor interpreta următoarele:

- mărimea erorilor de prelucrare pentru fiecare schemă în parte (7.2.a,b,c)
- influența deformației elastice a piesei asupra mărimii erorii de prelucrare
- influența celorlalte deformații ale elementelor sistemului tehnologic elastic (M.D.P.S.), care afectează precizia de prelucrare la strunjire
- forma geometrică a suprafețelor prelucrate

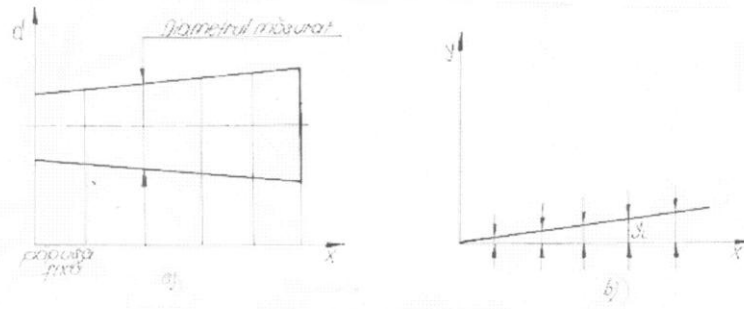


Fig.7.8.

- măsurări posibile a fi luate pentru mărirea preciziei de prelucrare
 Se vor trage concluzii privitor la schemele de prelucrare care dau erori datorită
 deformațiilor minime.

8

str
ter
prepre
câ
unc
în a
opu
tim

tim

note

t=4E
scul

LUCRAREA Nr. 8

8. INFLUENȚA DEFORMĂRII TERMICE A SCULEI, A UZURII ACESTEIA PRECUM ȘI A DEFORMĂȚIEI TERMICE A PIESEI, ASUPRA PRECIZIEI DE PRELUCRARE

8.1. Obiectul lucrării

Lucrarea are ca scop determinarea deformației termice și a uzurii sculei (cuțitul de strung) atât teoretic cât și experimental respectiv determinarea pe cale experimentală a alungirii termice a piesei scoțând în evidență influența tuturor acestor factori asupra preciziei de prelucrare.

8.2. Noțiuni teoretice de bază

a) Deformația termică și uzura sculei se datorează frecării dintre sculă și materialul de prelucrat precum și în schimbarea structurii materialului sculei sub influența cantității de căldură dezvoltată în timpul prelucrării prin așchiere. Frecarea amintită ia naștere în condițiile unor presiuni de ordinul $400 \div 500 \text{ daN/cm}^2$ iar temperatura în zona de așchiere atinge $+1000^\circ\text{C}$ în absența lichidelor de răcire ungere. Din fericire cei doi factori acționează simultan și în sens opus, astfel: uzura sculei pe fața de așezare tinde să mărească diametrul piesei prelucrate în timp ce deformația termică are ca efect micșorarea diametrului piesei.

La început până la atingerea echilibrului termic deformarea este rapidă.

Această deformație termică (ΔL_c) se poate exprima după un timp t cu relația:

$$\Delta L_c = L_{c_{(f,s)}} \left(1 - e^{-\frac{t}{t_0}}\right) \quad (8.1)$$

- $\Delta L_{c_{(f,s)}}$ este alungirea termică a cuțitului în regim termic staționar (după ce a parcurs timpul necesar regimului nestaționar) în mm

- t_0 este constanta termică a sculei în min. (în cazul cuțitului de strung 3-4 min.) se mai notează cu K_t

La răcire scurtarea cuțitului este dată de relația:

$$\Delta L_c' = \Delta L_{c_{(f,s)}} e^{-\frac{t}{t_0}} \quad (8.2)$$

În general, pentru cuțitele de strung echilibrul termic se atinge după un timp $t=4t_0$ ($t=4K_t$) $t=12 \div 16$ min. Deformația termică a sculei corespunzătoare după un timp t în cazul sculelor (cuțitelor) armate cu plăcuțe dure se determină cu relația:

$$\Delta L_{c_{(f,s)}} = c \frac{l_c}{A} \sigma_r (ts)^{0.75} \sqrt{v} \quad [\text{mm}] \quad (8.3)$$

în care:

c - este constantă (cu valoarea 4,5 pentru $v=100 \div 200 \text{ m/min}$)

$s \leq 0.2 \text{ mm/rot}$

$t \leq 1.5 \text{ mm}$

l_c - este lungimea în consolă a cuțitului [mm]

σ_r - este rezistența la rupere a materialului prelucrat [daN/mm^2]

t - este adâncimea de așchiere [mm]

s - avansul [mm/rot]

v - viteza de așchiere [m/min]

Din câte se observă din relațiile (8.1) și (8.3) deformația termică a sculei depinde de o serie de factori, dintre care cei mai importanți sunt:

- parametrii regimului de așchiere
- secțiunea și lungimea în consolă a cuțitului
- materialul și elementele geometrice ale cuțitului
- durata (timpul) prelucrării
- prelucrabilitatea materialului piesei

În figura 8.1 se observă curba de alungire în timp ($t=4t_0$) a unui cuțit de strung sub influența temperaturii în zona de așchiere.

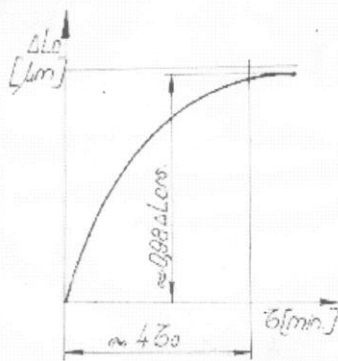


Fig.8.1.

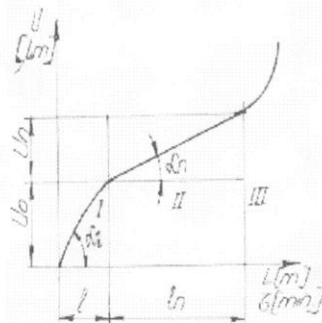


Fig.8.2.

Uzura U (mm) a sculei așchietoare a cuțitului de strung variază după o lege exponențială, funcție de lungimea drumului parcurs de cuțit în așchie L (m) sau de timp t (min) conform figurii 8.2.

I - zona de uzură inițială cu lungimea l_i

II - zona uzurii normale (l_n)

III - zona uzurii catastrofale

Gradientul unghiular α (panta) variației acestei zone care interesează este α_i^0 în zona I respectiv α_n^0 în zona II. Valoarea acestor unghiuri și chiar a însași variației uzurii în aceste zone depinde de mai mulți factori:

- unghiurile (geometria) sculei
- materialul sculei
- proprietățile materialului prelucrat
- condițiile în care se execută așchiera
- timpul de așchiere
- parametrii regimului de așchiere (t, s, v)
- condițiile de răcire ungere

Uzura instantanee a cuțitului se poate determina cu relația:

$$U = U_i + U_c \frac{L}{1000} \quad (8.4.)$$

în care:

- U este uzura instantanee (mm)
- U_i este uzura inițială (mm)
- $U_c = \text{tg} \alpha_n^0$ este uzura specifică (relativă) a cuțitului pentru $L=1000$ m, drum așchiat

- L(mm) - lungimea drumului așchiat (parcurs de cuțit în așchiere)

În cazul strunjirii longitudinale uzura se determină cu ajutorul relației:

$$U = U_i + U_c \frac{\pi dl}{10^6 s} \quad (8.5.)$$

$$\left(L = \frac{\pi dl}{10^3 s} \right) \quad (8.6.)$$

unde:

- d este diametrul piesei de prelucrat în mm

- l este lungimea suprafeței prelucrate în mm

Cunoscând uzura inițială (u_i) respectiv cea specifică (u_c) din tabelul I (fig. 8.3) se poate determina mărimea uzurii instantanee (U) la un moment dat.

Tabelul I

	Materialul de prelucrat	Materialul părții așchietoare a cuțitului	Uzura inițială U_i [mm]	Uzura specifică U_o [mm]
1	Oțel carbon și aliat	P01;P10	2÷8	2÷10
2	Fonta cenușie	K30;K40	3÷10	3÷12
3	Oțel carbon și aliat	plăcuță mineralo-ceramică TM-332	1÷3	0.5÷1
4	Fontă călită (375÷400 HB)	plăcuță mineralo-ceramică TM-332	10	9
5	Aliaje neferoase	diamant (strunjire interioară)	-	0.0005÷0.001

b) deformația termică a piesei prelucrate

Căldura degajată în timpul așchierii rezultă prin transformarea lucrului mecanic necesar îndepărtării așchiei în căldură. Această cantitate Q de căldură se știe de la cursul de T.C.M. se determină valoric cu relația:

$$Q = F_z v \tau_b \quad [J] \quad (8.7.)$$

unde:

$$- F_z = C_{F_z} t^{x_{F_z}} s^{y_{F_z}} \quad [daN]$$

- v este viteza de așchiere în m/s

- t_b este timpul de bază în secunde

Se cunoaște de asemenea și modul de repartizare a căldurii reprezentat în figura 8.4.

Această repartizare a căldurii depinde de materialul piesei, condițiile de așchiere, geometria sculei, etc.

Din figura 8.4 se observă modul în care căldura se degajă în piesă. Desigur această căldură duce la deformația termică a piesei fapt

ce influențează precizia ei dimensională.

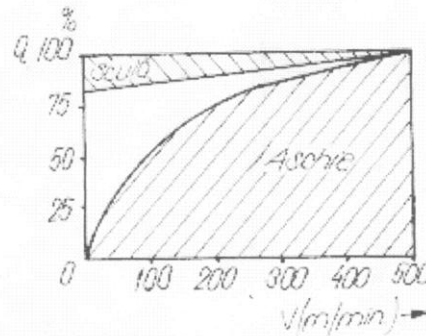


Fig 8.4.

În cazul unei piese cilindrice pe diametru, această deformație termică (DD_t) se aproximează cu relația:

$$\Delta D_t = \alpha * D * \Delta t \quad (8.9.)$$

unde:

- α este coeficient. de dilatare liniară pentru oțel $11.5 * 10^{-6} (1/^\circ C)$
- D este diametrul piesei în mm
- Δt este diferența de temperatură între piesă și mediul ambiant

$$\Delta t = \frac{Q_p}{c * \rho * v} \quad [^\circ C] \quad (8.10.)$$

- C este căldura specifică a piesei pentru oțel în $[J/kg^\circ C]$
 $C=4,598 [J/kg^\circ C]$

- ρ este densitatea; pentru oțel $\rho=7,86 * 10^4$ în N/m^3

- v este volumul piesei în m^3

Astfel, după cum apare în figura 8.5.

forma reală a piesei prelucrată pe strung (cu avans longitudinal) va arăta variabilă în secțiune (pe lungimea totală L , scăzând de la un diametru inițial d_0).

Porțiunea constantă (d_1) este de fapt cea rezultată în cea de a doua perioadă de dilatare (regim staționar).

După cum se vede în a treia etapă, temperatura piesei crește datorită reflectării unei termice pe suprafața frontală a capătului piesei (crescând deci deformația termică a piesei).

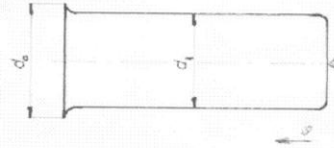


Fig.8.5.

8.3. Desfășurarea lucrării

Etapa a) Urmărirea deformației termice și uzurii sculei

Influența factorilor de care depinde deformația termică și uzura sculei se va determina prin semidiferența dintre diametrele de capăt ale unei piese cilindrice prelucrată prin strunjire longitudinală cu cuțitul reglat la dimensiune (epruveta din figura 8.6).

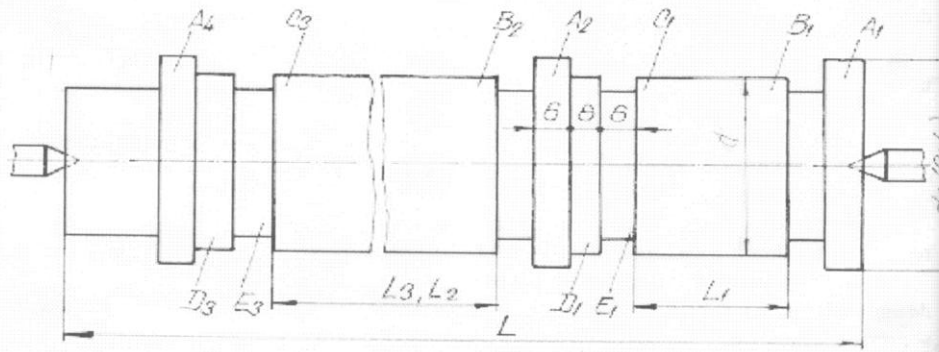


Fig.8.6.

Pentru dimensiuni orientative:

$$\begin{aligned} d &= 50 \div 70 \text{ (mm)} & L_1 &= 50 \text{ (mm)}; \\ L_2 &= 75 \text{ (mm)} & L_3 &= 100 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

) se

Se va folosi un cuțit din oțel rapid cu următorul regim de așchiere:

$$v = 30 \div 40 \text{ (m/min)}$$

$$s = 0,2 \text{ (mm/rot)}$$

$$t = 0,5 \text{ (mm)}$$

materialul piesei este (OLC 45)

Cuțitul se reglează inițial la o adâncime de așchiere $t=0.5$ mm pe tronsonul A_1 și se prelucrează toate tronsoanele, fără a se modifica reglarea sculei. Deoarece cele patru tronsoane (A_1, A_2, A_3, A_4) au lățimi mici ($5 \div 6$ mm), în timpul prelucrărilor se înregistrează o uzură și o deformație termică a sculei de valori neglijabile. Rezultă că diferențele dintre diametrele tronsoanelor A_1, A_2, A_3, A_4 vor fi cauzate numai de alți factori (excluzând uzura și dilatarea termică a sculei).

În continuare se reglează scula la adâncimea de $t=0.5$ (mm) pentru prelucrarea porțiunii B_1C_1 cu avans longitudinal automat. În dreptul canalului E_1 , avansul se decuplează manual și se răcește cuțitul, fără a se modifica adâncimea de așchiere reglată, urmând să se prelucreze cu același reglare și tronsonul D_1 (de lățime mică 6 mm), pe această lățime mică putând neglija deformația termică a sculei. Aceleași faze se repetă identic la fiecare tronson rămas (L_2 și L_3), iar în urma măsurării diametrelor din zona $B_1, C_1, D_1; B_2, C_2, D_2; B_3, C_3, D_3$; vor rezulta valorile măsurate ale următorilor parametri cercetați:

$$\text{- uzura cuțitului: } u = \frac{d_{D_1} - d_{B_1}}{2} \quad (8.11.)$$

- alungirea termică a cuțitului

$$\Delta L_c = \frac{d_{D_1} - d_{C_1}}{2} \quad (8.12.)$$

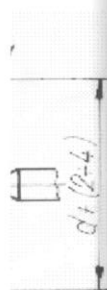
- influența cumulată a uzurii și deformației termice a sculei

$$U - \Delta L_c = \frac{d_{C_1} - d_{B_1}}{2} \quad (8.13.)$$

Rezultatele acestor măsurători și calcule se vor trece în tabelul II

Tabelul II

Lungimea tronsonului [mm]	Regim de așchiere			Rezultate experimentale			Obs.
	v [m/min]	s [mm/rot]	t [mm]	U-DL _c [mm]	U [mm]	DL _c [mm]	
50							
75							
100							

mina
mjire

8.3.1 Prelucrarea rezultatelor etapei a)

Utilizând datele din tabelul II se vor trasa (suprapus) pe aceeași diagramă graficele curbelor de variație a uzurii $[U=f(t)]$ sau $[U=f(L)]$ precum și a deformației termice a sculei $[Dl_c=f(t)]$ sau $[Dl_c=f(L)]$ conform modelului din figura 8.8

Cu ajutorul relațiilor (8.1), (8.3), (8.5) se vor calcula valorile teoretice ale uzurii și deformației termice a sculei.

Valorile obținute se vor compara cu datele măsurate experimental înscrise în tabelul II. (fig. 8.8)

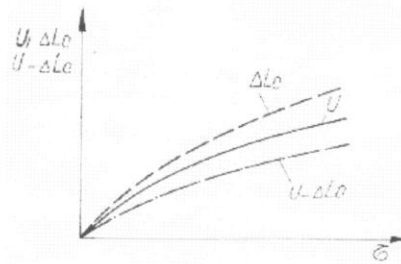


Fig. 8.8.

8.3.2. Observațiile și concluziile etapei a)

Observând diagramele ridicate se vor trage concluzii legate de influența celor doi factori (uzură și dilatare) asupra preciziei.

Se pot trage concluzii referitoare la durabilitatea sculei și eventualele măsuri prin care s-ar putea reduce valoarea uzurii sculei și a deformației termice a acesteia. Este interesant de observat și interpretat abaterile dintre rezultatele teoretice obținute prin calcul și cele experimentale vizând uzura și deformația cuțitului de strung folosit.

Etapa b) Urmărirea și identificarea deformației termice a piesei prelucrate

Pentru ca precizia dimensională să nu fie influențată de uzura și deformația termică a sculei se va prelucra piesa din figura 8.9. utilizând un cuțit cu plăcuță mineralo-ceramică.

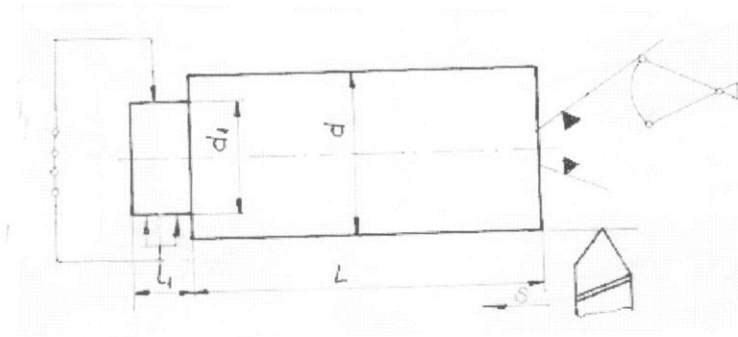


Fig. 8.9.

Dimensiunile semifabricatului se vor lua astfel:

$$d = 40 \div 60 \text{ (mm)}$$

$$d_1 = 20 \div 30 \text{ (mm) diametrul de prindere}$$

$$L = 300 \div 350 \text{ (mm)}$$

$$l_1 = 30 \div 40 \text{ (mm) lungimea de prindere în universalul strungului}$$

Imediat după terminarea prelucrării se măsoară diametrele în cele trei secțiuni la capăt d_0 , la mijloc d_1 , și la capătul antrenat d_2 (conform figurii 8.5.). După aceea se răcește piesa utilizând lichidul (emulsia) mașini unelte sau apa (la temperatura mediului ambiant), după care se măsoară din nou diametrele d_0 , d_1 și d_2 în lungul piesei cu ajutorul micrometrului din 20 în 20 mm (de-a lungul piesei) iar la capete câte 5 măsurători din mm în mm.

8.3.3 Prelucrarea rezultatelor etapei b)

Utilizând relația 8.7 se va calcula teoretic cantitatea de căldură ce ia naștere în procesul de așchiere știind că $C_{Fz}=191$; $x_{Fz}=1$; $y_{Fz}=0.8$.

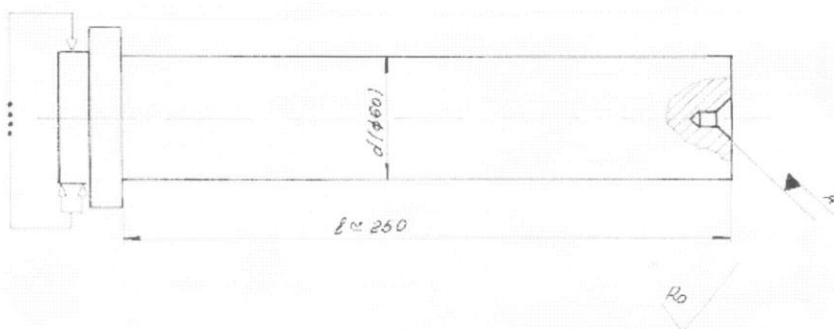


Fig. 8.10.

Cu ajutorul diagramei de repartiție procentuală a căldurii (în zona piesei) prezentată în figura 8.4 se va evalua aproximativ, cantitatea de căldură preluată de piesă iar apoi folosind relația (8.10.) se va obține diferența de temperatură Δt ($^{\circ}\text{C}$) dintre piesa încălzită și mediul ambiant.

Folosind mai departe relația (8.9.) se va determina deformația termică medie ΔD_t a piesei pe diametru care se compară cu diferența diametrelor d_0 , d_1 , d_2 măsurată în stare rece sau caldă.

De asemenea cu rezultatele obținute se va trasa grafic profilul piesei și se va compara cu modelul prezentat în figura 8.5.

8.3.4 Observațiile și concluziile etapei b)

Se vor trage concluzii și se vor face observații referitoare la următorii factori:

- mărirea erorii care ar putea apare în timpul prelucrării (pentru cazul strunjirii de finisare nu se ține cont de reglarea la dimensiune și deformațiile termice ale piesei)
- concordanța dintre forma piesei (rezultată prin măsurători) și cea reprezentată în figura 8.5.

- evaluarea măsurătorilor ce ar putea fi luate pentru reducerea deformațiilor termice ale semifabricatelor (tip arbori) în procesul tehnologic de prelucrare prin așchiere luând ca exemplu prelucrarea continuă a reperului din figura 8.10.

LUCRAREA Nr. 9

9. CALITATEA SUPRAFETELOR PRELUCRATE PRIN AȘCHIERE; INFLUENȚA PARAMETRILOR REGIMULUI TEHNOLOGIC

9.1. Obiectul lucrării

Scopul lucrării de față îl constituie analiza influenței diferiților parametri ai regimului de așchiere asupra gradului de netezire (rugozitatea) al suprafeței prelucrate prin așchiere.

Se va considera prelucrarea și deci urmărirea acestor parametri la operația strunjire, efectul fiind ușor vizibil și destul de lesne de interpretat.

9.2. Noțiuni teoretice de bază

În cadrul cursului (T.C.M.) s-a abordat influența diversilor parametri în trei etape, după cum urmează:

a) Influența vitezei de așchiere asupra rugozității obținute

Viteza de așchiere (v) este parametrul cu cea mai mare influență asupra calității (rugozității) suprafeței.

Această dependență se poate vedea în fig.9.1. referitor la un singur avans (s) utilizat în prelucrare.

Se cunoaște totodată și explicația obținerii unor rugozități mari (nedorite) în intervalele de viteze $v=(20\div30)$ m/min, în cazul strunjirii oțelurilor, cauza fiind depunerile pe tăiș.

Pentru oțeluri (de exemplu OL 60), dependența cantitativă între viteza de așchiere (v) și rugozitate (R_z) se poate exprima prin formula:

$$v = \frac{C_r * K_r}{T^{x_r} * R_z^{y_r}} \quad [\text{m/min}] \quad (9.1.)$$

C_r - coeficient tabelar (depinde de diametrul piesei și prelucrare).

K_r - coeficient (factor de corecție) care ține seama de variația diametrului (C_r) și (K_r) sunt dați în tabelul I (fig.9.2.).

x_r și y_r - sunt exponenți depinzând de modul de prelucrare

T - (mm) - toleranța

R_z (mm) - rugozitatea

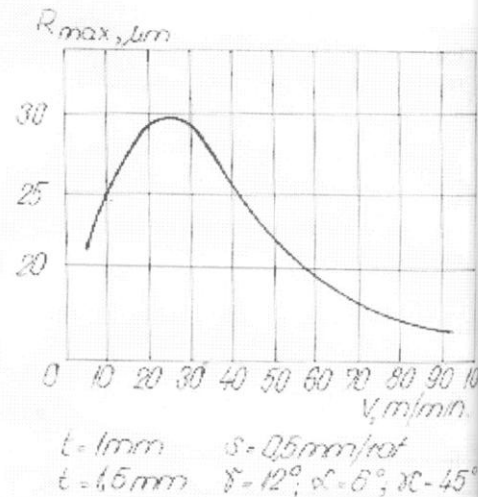


Fig.9.1.

TABELUL I.

Diametrul piesei f [mm]	25÷35	50÷60	70÷80	85÷95	100	115÷125
C_r			$3,92 \cdot 10^{18}$			
K_r	$0,025 \div 0,035$	$0,23 \div 0,27$	$0,39 \div 0,435$	$0,585 \div 0,655$	1	$1,52 \div 1,65$

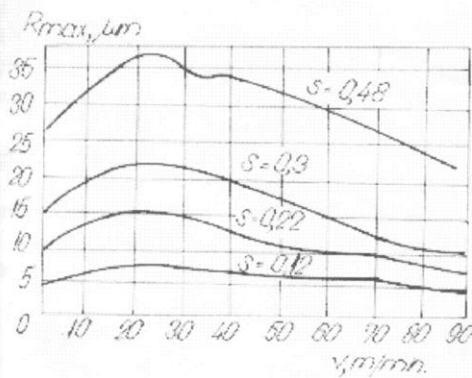
b) Influența avansului asupra calității suprafeței

Fig.9.3.

urma variației (scăderii și creșterii) vitezei. Concluzia demnă de reținut este că la strunjirile de finisare nu e nevoie a se micșora excesiv avansul (cu scopul obținerii unui înalt grad de netezire a suprafeței), deoarece acesta nu duce la o micșorare corespunzătoare a rugozității (scade productivitatea).

c) Influența adâncimii de așchiere asupra calității suprafeței

Așa cum s-a văzut la curs, adâncimea (t) de așchiere, din punct de vedere geometric nu influențează în mod deosebit rugozitatea. Din punct de vedere fizic, datorită creșterii proporționale a mărimii forțelor de așchiere cu adâncimea (t) și a mărimii deformațiilor elastice, acest parametru nu este de neglijat.

Geometric valoarea limită inferioară a adâncimii de așchiere, în cazul strunjirii cu cuțit având raza "r" la vârful, reiese din relația de calcul (de fapt) a înălțimii microasperităților (R_c).

Se poate exprima astfel:

$$t_{\min} = \frac{S^2}{8r} \quad (9.3.)$$

În realitate, valoarea optimă a adaosului de prelucrare (calculată după considerațiile din curs) trebuie să fie mai mare decât valoarea lui (t_{\min}) rezultată din relația (9.3.).

Reamintim legătura dintre criteriile R_a, R_s, R_{\max} :

$$\log R_z = 0,65 + 0,97 \log R_a$$

$$\log R_{\max} = (1,97 \div 0,98) \log R_a \quad (9.4.)$$

$$R_{\max} = (3 \div 6) R_a$$

Privitor la legătura dintre R_c și R_{\max} :

$$R_{\max} = k \times R_c \quad (9.5.)$$

coeficientul: $k = (3 \div 12)$ (amplifică valoarea calculată R_c)

Am amintit anterior stabilirea oarecum a adâncimii de așchiere în funcție de toleranța ("T") necesară (la rândul ei) a fi corelată cu valoarea rugozității (R_z), ca o dependență cu precizia dimensională a preciziei calitative.

Astfel se recomandă:

$$R_z = (0,1 \div 0,15) T \text{ (mm) pentru } d, D > 50 \text{ mm}$$

$$R_z = (0,15 \div 0,20) T \text{ (mm) pentru } d, D = 18 \div 50 \text{ mm}$$

$$R_z = (0,20 \div 0,25) T \text{ (mm) pentru } d, D = 1 \div 18 \text{ mm}$$

Această influență se observă în diagrama din fig.9.3.

Se știe, demonstrată fiind la curs și expresia corelării dintre rugozitate și avans (în siguranța strunjirii cu cuțit de strung cu raza "r" la vârful, relația (9.2):

$$R_c = \frac{S^2}{8r} \quad (9.2.)$$

R_c - fiind valoarea calculată a rugozității

Se știe de asemenea că R_c diferă de R_{\max} ($R_c \neq R_{\max}$). Din experiență s-a constatat totodată că la avansuri mici ($s < 0.1$ mm/rot) rugozitatea variază (se modifică) foarte puțin în

ii de
ijire,
ape,

90 100
/min.

$\alpha = 45^\circ$

(K_r)

125

1,65

9.3. Desfășurarea lucrării

Piesele prelucrate, în cadrul experimentului, vor fi de tipul celei din fig.9.4.

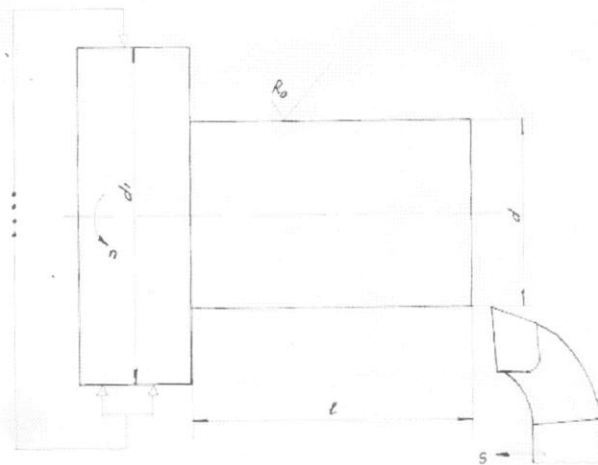


Fig.9.4.

Material: OL 60 sau OLC 45

$d = 30 \div 50$ (mm); $l = 20 \div 30$ (mm)

MU folosită: SNB - 400

Scula: cuțit de strung armat cu plăcuță dură (din carburi metalice) (tip P10)

Geometria sculei: $\alpha^0 = 6^0$; $g^0 = 12^0$; $k^0 = 45^0$.

Adâncimea de așchiere $t = 1$ mm

Parametrii: Viteza de așchiere v [m/min] și avans s [mm/rot] se vor alege astfel:

- 1) La început cu avans constant ($s = 0,1$ mm/rot), se vor prelucra 6÷8 piese, adoptându-se pentru fiecare o altă viteză de așchiere (cam cele din diagrama fig. 9.1). Piesele se vor numerota sau se va înscrie pe ele valoarea vitezei.
- 2) În al doilea grup, se menține viteza (v) constantă și se vor prelucra 4÷5 piese cu tot atâtea avansuri diferite (alegând valorile lui $s = 0,1 \div 0,48$ (mm/rot)). Și aici se vor nota parametrii (înscriindu-se) pe piese.
- 3) La al treilea grup de piese, se vor prelucra tot 4÷5 buc. cu viteza constantă ($v = 80$ m/min), variind la fiecare semifabricat avansul însă sub valoarea de 0,1 (mm/rot). Se vor înscrie valorile și aici valorile de lucru (pe piesă).

9.4 Prelucrarea datelor experimentale

De fiecare dată, la prelucrarea unui grup de piese (menționat la punctul 9.3) se vor măsura rugozitățile suprafețelor (fie cu ajutorul caler de rugozitate fie la microscopul "LINNIC-SCHMILTZ", din cadrul laboratorului de CTC). Cu aceste metode se va determina mărimea R_z a rugozității.

Având rugozitățile măsurate, se vor trasa diagramele $R_z = F(v)$ și $R_z = f(s)$ (ca în fig.9.1, 9.3).

Se pot trece în locul lui R_z oricare dintre R_a sau R_{max} , convertind acestea prin relațiile (9.4).

În mod suplimentar se va propune calcularea prin relația (9.1) a lui R_z (mm), folosind o altă piesă (mai mare în diametrul $d \cong 75$ mm). Dacă această valoare (după măsurare) nu reiese din calculul anterior, se va căuta coef. de corecție K_r real și corespunzător pentru acel material. Toleranța (T) va fi considerată ca fiind diferența dintre diametrele maxim și minim al pieselor prelucrate. La urmă, valoarea calculată a rugozității se va compara cu cea obținută prin măsurare.

Pentru a utiliza și relația (9.2) se vor calcula pentru câteva piese din grup, valoarea R_c (a rugozității calculate).

Se recomandă ca în prealabil raza "r" a vârfului cuțitului de strung să fie măsurată cu microscopul de atelier.

Cu relația (9.5) se va proceda la determinarea coeficientului real "K", cunoscând la acele piese fiecare din valorile lui R_{max} (aflate și pe diagramele trasate).

$$k = \frac{R_{max}}{R_c} \quad (9.7.)$$

Pentru satisfacerea curiozității, ținând cont de cerințele moderne, se vor verifica valabilitatea relațiilor elaborate de Comisia de Așchiere a Metalelor.

Aceste relații recomandă următoarea legătură: $R_{max}=f(s,r)$

$$\text{pentru oțel: } R_{max} = \frac{0.21 \times s^{1.07}}{r^{0.65}} \quad (9.8.)$$

$$\text{pentru fonte: } R_{max} = \frac{0.189 \times s^{1.1}}{r} \quad (9.9.)$$

9.5. Interpretarea rezultatelor, observații și concluziile experimentului

Pe baza diagramei trasate $R_{max}=f(v,s,r,..)$ se vor face observații și aprecieri asupra influenței diferiților parametri asupra calității suprafeței.

În cazul neconcordanței dintre graficele trasate și cele din literatura de specialitate (pct.9.2) se vor căuta să se dea explicații la factorii perturbatori ce pot introduce devieri sau erori, cu referință la specificul lucrării de față (în condiții de laborator).

indu-
: vor

u tot
nota

v=80
iscrie

e vor
copul
mina

lațiile

LUCRAREA Nr. 10

10. INFLUENȚA MEDIILOR DE RĂCIRE (LICHIDE DE RĂCIRE-UNGERE), ASUPRA CALITĂȚII SUPRAFETELOR PRELUCRATE PRIN AȘCHIERE

10.1 Obiectul lucrării

Lucrarea urmărește dovedirea experimentală a concluziilor teoretice privind rolul lichidelor de răcire-ungere, influență care se manifestă atât asupra bunei desfășurări a procesului de așchiere și asupra unei calități superioare a suprafeței sau a durabilității efective a sculei.

10.2. Noțiuni generale de bază

Încă de la început s-a constatat rolul lichidelor de răcire-ungere în procese tehnologice cum ar fi filetarea rezultând folosirea unor uleiuri vegetale (sau terebentina) unele suprafețe lucioase și deosebit de curate (fără așchii). La sfârșitul veacului trecut (sec.XIX) se foloseau des amestecuri de săpun (soluție apoasă) pentru răcirea sculei la prelucrarea oțelurilor dure iar la începutul anilor 1900 au apărut primele emulsii de răcire la prelucrarea unei game largi de materiale.

Pentru finisare s-a început cu folosirea uleiurilor minerale, mai ales la mașinile automate, unde perioada de lucru a sculei este mai mare. Pe lângă efectul de pană al oricărei pelicule portante de lubrifiant, utilizarea lichidelor de răcire ungere la prelucrarea prin așchiere se bazează și pe acțiunea fizico-chimică a acestora.

Lichidele de răcire se pot clasifica astfel după proprietățile lor de ungere și așchiere precum și de răcire. Clasificarea este prezentată în tabelul I (fig.10.1).

TABELUL I

Grupa	Denumirea lichidului de răcire-ungere	Caracteristica generală a componenței lichidului de răcire-ungere	Proprietăți principale
1	2	3	4
I	Soluții de electroliți	Apa + inhibitor de coroziune	Proprietăți de răcire înaltă
II	Soluții apoase de subst. capilare active (săpunuri)	Apa+substanțe capilar active + inhibitor de coroziune	Proprietăți bune de răcire, ungere și de așchiere
III	Emulsii și soluții ale uleiurilor solubile în apă	Apa + substanțe capilar active + ulei mineral emulsionat, conținând substanțe capilar active	Proprietăți bune de răcire, ungere și de așchiere
IV	Emulsii active	Apa + substanța capilar active + ulei mineral emulsionat conținând substanțe capilar active	Proprietăți de ungere și de așchiere mari și proprietăți bune de răcire
V	Uleiuri: minerale, activate, supraactivate	Uleiuri minerale, uleiuri minerale activate cu substanțe capilar-active Uleiuri minerale cu sulf Uleiuri cu sulf și clorurate Uleiuri cu grafit	Proprietăți de ungere și de așchiere mari și foarte mari; proprietăți slabe de răcire

Fig.10.1.

Din câte se vede, componenții marginali sunt apa și uleiurile minerale (activate la limită cu adaosuri de substanțe active) componenții intermediari fiind lichidele de răcire-ungere cu proprietăți similare.

În practica uzinală prin normative se dau recomandări asupra utilizării lichidelor de răcire-ungere pentru operațiile de strunjire, găurire, rabotare, mortezare, etc. Aceste prelucrări sunt defalcate în prelucrări de degroșare și finisare cât și pe grupe de așchiabilitate.

Rolul general al lichidului de răcire-ungere este:

- ungerea (micșorând frecările așchie-sculă, sculă-piesă etc.)
- răcire (așchie, piesă, sculă)
- spălare (îndepărtează așchiile reziduale)
- protecție (previne coroziunea)

Acțiunea de ungere:

- reduce forța de așchiere
- micșorează puterea consumată în proces
- asigură o funcționare liniștită (mai silențioasă)
- amortizează vibrațiile mai slabe
- nu permite fenomenul de sudare a suprafețelor în contact (la presiuni și temperaturi înalte) dintre piesă și sculă.
- reduce frecarea dintre piesă și sculă (pe suprafața de așezare), respectiv între așchie și sculă (pe suprafața de degajare)
- micșorează cantitatea de căldură provocată prin lucru mecanic de frecare
- ușurează deformările plastice la așchiere, pătrunzând în microfisurile rezultate în prelucrare

Acțiunea de răcire:

- proprietatea lichidului de îndepărtare rapidă a căldurii de la locul formării ei (mai ales în zona de acțiune termică maximă-muchia tăietoare)
- prin jet forțat de lichid se poate menține constantă temperatura sculei (muchia tăietoare), sub temperatura de revenire a sculei (foarte important privitor la durabilitatea ei și posibilitatea măririi vitezei de așchiere)
- venind în contact cu piesa lichidul se evaporă (sub acțiunea temperaturii înalte în zona de contact) producând (din punct de vedere termic) răcirea acelei zone (evaporarea producându-se prin absorbție locală de căldură).
- trebuie să fie cu atât mai intens cu cât sarcina sculei este mai mare

Efectul de spălare:

- proprietatea lichidului de răcire-ungere de a antrena pilitura fină și așchia formată, precum și praful (eventual depus)
- previne lipirea particulelor între ele, de sculă sau de părțile mașinii
- sub formă de vână de lichid - ușurează acțiunea mecanică de îndepărtare a unor cantități de așchii.
- conduce în același timp la o răcire și un efect de ungere mai bun

Efectul de protecție:

- este proprietatea lichidului de răcire-ungere de a preveni coroziunea prin formarea particulelor coloidale absorbite sau a peliculelor cu caracter de oxid pe suprafețele metalice
- se îmbunătățește prin adăugarea de electroliți alcalini care formează un film de oxid de protecție (mai ales la lichidele care conțin 90-95% apă)
- la adaosul de electroliți se mai introduce în apă și uleiuri emulsionabile (sau săpunuri)

TA

rolul
ri a
ve a

gice
afete
seau
e iar
și de

șinile
cărei
hiere

hiere

pale

înaltă

răcire,
iere

răcire,
iere

re și de
prietăți
e

re și de
te mari;
răcire

* ATENȚIE! : uleiurile cu sulf utilizate la lichidele cu care se ung și răcesc metalele neferoase, dau naștere la coroziuni (de aceea nu se recomandă utilizarea lor în astfel de situații).

Observații generale: pe lângă calitățile anterior amintite, lichidele de răcire-ungere trebuie să fie nepericuloase pentru pielea sau căile respiratorii, să nu aibă un miros neplăcut (sau greu de suportat), să nu producă fum, respectiv să fie stabile la depozitare.

10.3. Desfășurarea lucrării

Se va urmări influența lichidelor de răcire-ungere asupra :

- caracterului uzurii sculei așchietoare
- calității suprafeței prelucrate
- forței de așchiere

10.3.a) stabilirea influenței asupra caracterului uzurii sculei așchietoare se face utilizând un cuțit de strung (din oțel rapid) în două situații de prelucrare: fără și cu lichid de răcire-ungere pentru care se folosesc două epruvete din oțel (fig.10.2)

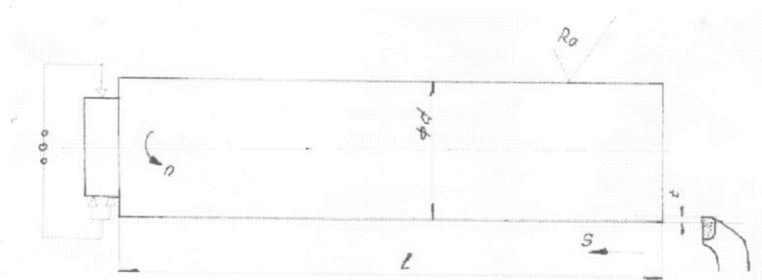


Fig.10.2.

Se preferă OLC 45 având $d=70$ mm
 $l=350-400$ mm

Geometria sculei $a=8^\circ$
 $b=10^\circ$
 $g=90^\circ$

Se va prelucra cu regim de degroșare $t=3$ mm
 $s=0.4$ mm/rot
 $v=30$ m/min

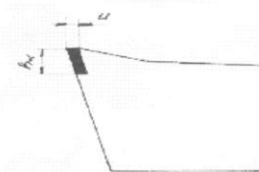


Fig.10.3.

Se va măsura uzura (h_a) a cuțitului (fig.10.3) după 2,5 min., 5 min., 10 min., 15 min., 25 min., 30 min. (de așchiere) în două situații: fără lichid de răcire-ungere și cu lichid de răcire-ungere (emulsie 2.5% sau 3%).

10.3.b) stabilirea influenței asupra calității suprafeței prelucrate

Se face prin prelucrarea la același loc de muncă (SNB 400), tot în două situații:

- fără și cu lichid de răcire-ungere (emulsie 5% respectiv ulei sulfurat) câte un tronson de lungime $l=35$ (mm) din piesa (fig.10.4) confecționată din bară laminată OLC 45 folosind următorul regim de așchiere.

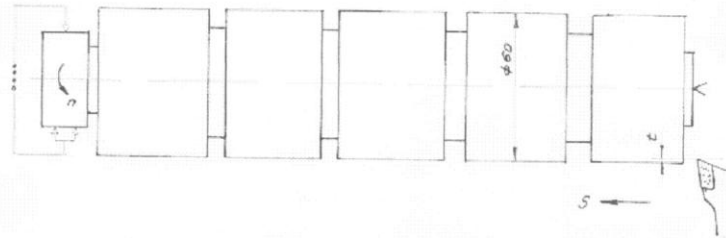


Fig. 10.4.

$t=1.5 \text{ mm}$
 $s=0.15 \text{ mm/rot}$
 $v=30;40;50;60;70;80 \text{ m/min}$

Se va măsura la microscop sau cu cale de rugozitate (etaloane), calitatea estimată (R_{\max} , R_a) a microasperităților în toate cele trei cazuri de răcire-ungere (fără, cu emulsie, cu ulei).

10.3.c) stabilirea influenței asupra mărimii forței de așchiere

Se face prin prelucrarea succesivă (cu și fără lichid de răcire-ungere) a două tronsoane ale piesei din fig. 10.4 folosind un cuțit din oțel rapid având următorii parametri:

$$a=8^\circ$$

$$b=10^\circ$$

$$g=90^\circ$$

la regimul de așchiere : $t=3 \text{ (mm)}$, $s=0.4 \text{ (mm/rot)}$, $v=30 \text{ (m/min)}$.

Se va prelucra succesiv câte un tronson al piesei de probă și se măsoară forțele de așchiere (F) atât în timpul așchierii „uscate”, cât și cu lichid de răcire -ungere.

10.4 Prelucrarea datelor experimentale

10.4.a) Cunoscând uzura (h_a) a cuțitului în urma măsurătorilor după intervalele de timp stabilite (la 10.3.a) se trasează diagramele [$h_a = f(T)$] în cele două cazuri (uscate și cu emulsie) (după modelul din fig. 10.5).

10.4.b) În urma măsurării microasperităților suprafeței prelucrate prin strunjire (cu și fără lichid de răcire-ungere), se exprimă grafic prin diagrama $R_{\max} = f(v)$ (fig. 10.6). Se indică la fiecare curbă lichidul de răcire - ungeră utilizat.

10.4.c) Mărimea forțelor F mai precis a componentei F_z de așchiere se determină prin metode tensometrice. Rezultatele se vor înscrie în tabelul II (fig. 10.7)

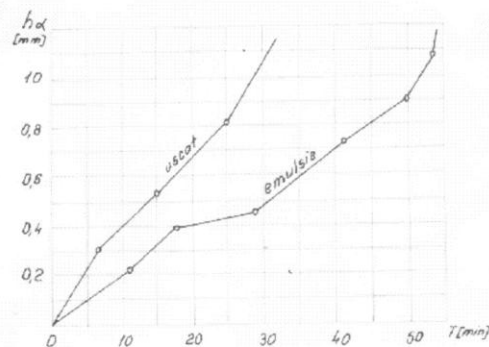


Fig. 10.5.

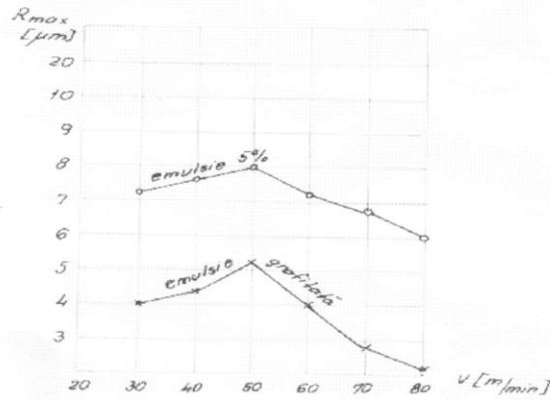


Fig.10.6.

TABEL II

Numărul lichidului	Denumirea lichidului de răcire-ungere	Forța de așchiere P_z	Reducerea forței de așchiere P_z față de prelucrarea uscată [în %]
1	Emulsie 5%		
2	Ulei sulfurat		
3	fără lichid		
...			

fig.10.7

10.5. Observații și concluzii (interpretarea rezultatelor experimentale)

- în urma analizării rezultatelor experimentale se pot trage concluzii asupra diferitelor medii de răcire utilizate în funcție de sculele, regimul folosit și materialul prelucrat.
- se vor specifica regimurile ce asigură cele mai bune calități ale suprafeței prelucrate, forța minimă de așchiere (puterea minimă cheltuită)
- se vor compara între ele metodele folosite și rezultatele obținute (sau înscrise tabelar ori pe grafice).

în
m
SI

m

ca
vit

pe
așc
MU
ace
baz

car
det
coi

inte
cu e
dife
 ΔH

sau
vede
= n_1

utiliz
Astfe
vitez

LUCRAREA Nr. 11

11. EVIDENȚIEREA, MĂSURAREA ȘI AMORTIZAREA VIBRAȚIILOR LA PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A OȚELURILOR

11.1. Obiectul lucrării

Lucrarea are ca scop identificarea vibrațiilor din sistemul tehnologic elastic M.D.P.S., în special la sculă, utilizarea unor sisteme și dispozitive ce urmăresc reducerea vibrațiilor măsurarea elementelor caracteristice și interpretarea lor, în cazul strunjirii longitudinale pe SNB-400.

11.2. Noțiuni teoretice de bază despre fenomenul vibrator

Așa cum s-a studiat, vibrațiile provocate în timpul procesului tehnologic de prelucrare mecanică prin așchiere sunt de trei tipuri:

a) vibrații proprii (libere), provocate de o cauză inițială care încetează imediat. Prin capacitatea proprie a sistemelor de amortizare, acestea atenuează în scurt timp acest tip de vibrații.

b) vibrații forțate (întreținute) se mai numesc și vibrații excitate, fiind produse de forțe perturbatoare exterioare și independente de sistem care se mențin în tot timpul procesului de așchiere. Ele sunt periodice și împrumută sistemului oscilant frecvența lor proprie. Astfel la MU vibrațiile forțate se transmit prin fundații de la prese sau utilaje de forță, fie provenind de la aceeași MU care are în componență organe de mașini (aflate uneori în lanțuri cinematice da bază) montate excentric ce produc vibrații ciclice ale pulsației sistemului.

Dar, să nu uităm că însăși procesul de așchiere uneori poate introduce vibrații forțate pe care le întreține. Astfel de procese pot fi: broșare, frezare, rectificare, prelucrarea de detalonare, etc. Cele mai periculoase cazuri sunt cele în care frecvența forței perturbatoare coincide cu cea proprie a sistemului tehnologic (producând rezonanța).

c) vibrații întreținute (autovibrații). Acestea sunt întreținute de o cauză provenită din interiorul sistemului. Spre deosebire de celelalte acestea apar odată cu mișcarea și dispar odată cu ea. În cazul sistemelor tehnologice M.D.P.S. ele se nasc în timpul așchierii (datorită variației diferiților parametri ai regimului: adâncime de așchiere t , avans s , viteză v , variație de duritate ΔHB sau neomogenitate a stratului așchiat, etc.).

Aceste vibrații constituie fenomenul de studiu al lucrării de față, respectiv contracararea sau atenuarea lor reprezentând importanță asupra preciziei de prelucrare. În figura 11.1. se vede vibrația în timp a unui sistem, compunerea celor două vibrații dând o curbă rezultantă ($n = n_1 + n_2$) atenuată.

$n_1(ft)$ - vibrații proprii

$n_2(ft)$ - vibrații întreținute

$n = n_1 + n_2$ - rezultanta vibrațiilor în sistemul M.D.P.S.

Drept metode de reducere a vibrațiilor se folosesc pe lângă măsuri constructive și utilizarea unor parametri ai regimului care în diferite domenii reduc amplitudinea vibrațiilor. Astfel în fig. 11.2. se văd intervalele care evită creșterea amplitudinii (cazul autovibrațiilor) la viteze v (m/min) folosite des în cadrul strunjirii.

șchiere
uscată

itelor
crate,
abelar

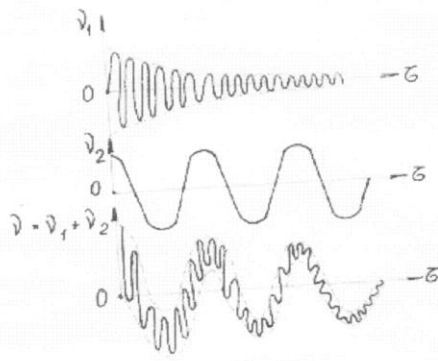


Fig. 11.1.

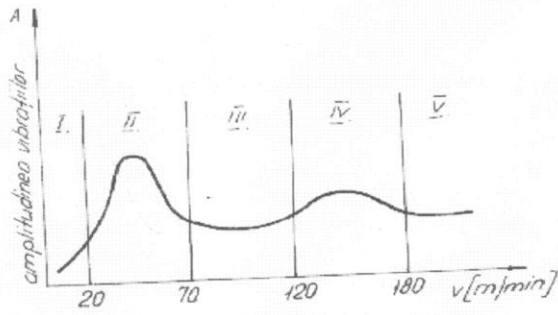


Fig. 11.2.

În celelalte figuri (11.3) și (11.4) se arată obținerea atenuării vibrațiilor pe cale constructivă.

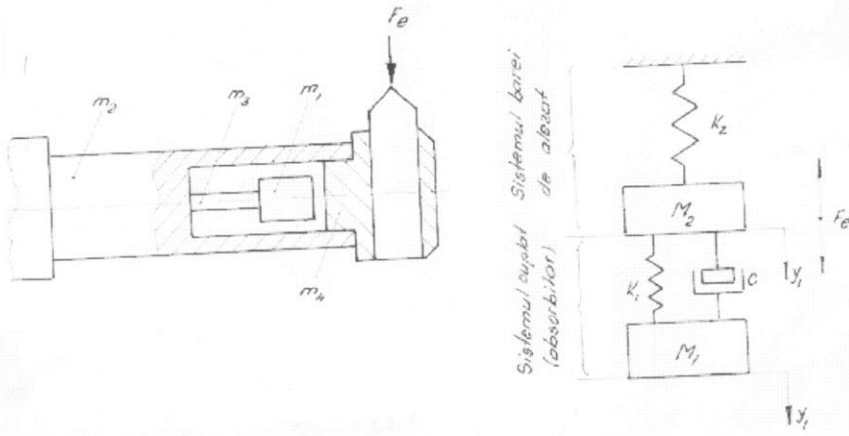


Fig. 11.3/a

poziț

fie a
parat
fig. 1

Aces
amor
elem
ca re

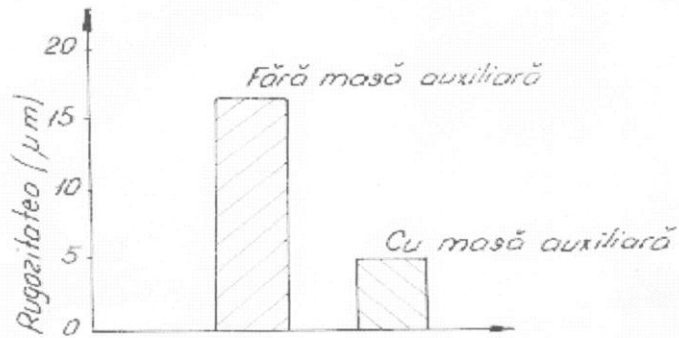


Fig.11.3/b

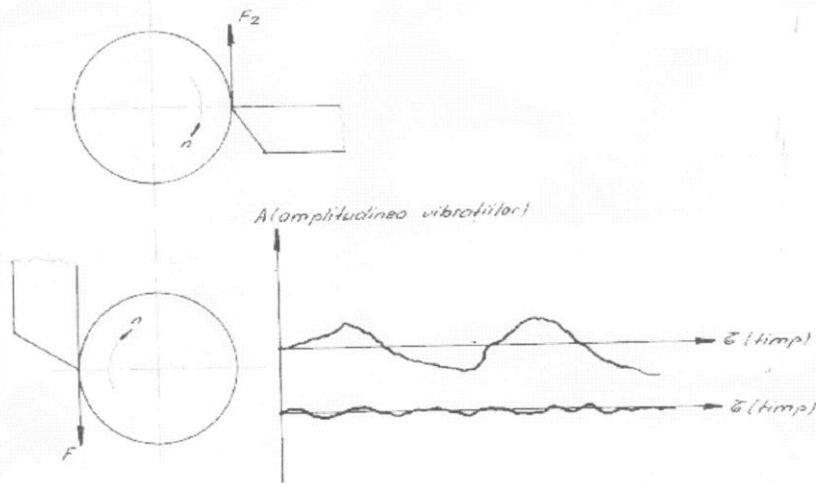


Fig.11.4.

În figura 11.3 se vede efectul sistemelor cu masă auxiliară iar în fig.11.4. rezultatul poziționării tangențiale a cuțitului în cazul strunjirilor.

11.3 Desfășurarea lucrării

Cu scopul identificării vibrațiilor în cazul strunjirii de față (SNB 400) și a măsurării lor fie amortizării vibrațiilor, chiar a demonstrării efectului acestora la diferite valori ale parametrilor tehnologici ai prelucrării se folosesc dispozitivele și schemele de reglare din fig.11.5, 11.6 și 11.7

Astfel montajul general este cel din fig.11.5 în care reperul 5 este dispozitivul folosit. Acest dispozitiv port-sculă este prezentat în fig.11.6 - varianta fără amortizare sau cu amortizare cu suport-șaiță de cauciuc și metal. În fig.11.7 dispozitivul conține în plus față de elementele anterior întâlnite și masa inertă vibratoare (7) în combinație de montaj cu arcul (6) ca resort elastic.

Traductorul de vibrații (1) are rolul de a înregistra cu ajutorul aparaturii electronice vibrațiile sistemului în diferite situații (neamortizări, amortizări inferioare pe cauciuc și amortizări superioare cu arc comprimat și greutate).

11.4 Măsurători, observații și concluzii

Așa cum se vede în tabelul 1 și fig. 11.8 rezultatele experimentale tip au fost înscrise după diagramele din anexele 11.1, 11.2 și 11.3 (asemănătoare anexelor 11.4, 11.5 și 11.6).

Mărima D în mm se referă la dimensiunea (diametrul) piesei strunjite, "t" [mm] reprezintă adâncimea de așchiere.

Se vor ridica în diferite situații diagramele $D, V, A = f(\text{timp})$.

De reținut că în diagrame D (mm) sau t (mm) reprezintă deplasarea citită pe scala aparatului la care rezultă o viteză v (m/s) și respectiv accelerația mișcării sistemului A (m/s^2).

În final se vor compara rezultatele măsurătorilor (de pe diagrama conform anexelor 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6) specificând amortizarea cu maxima eficiență.

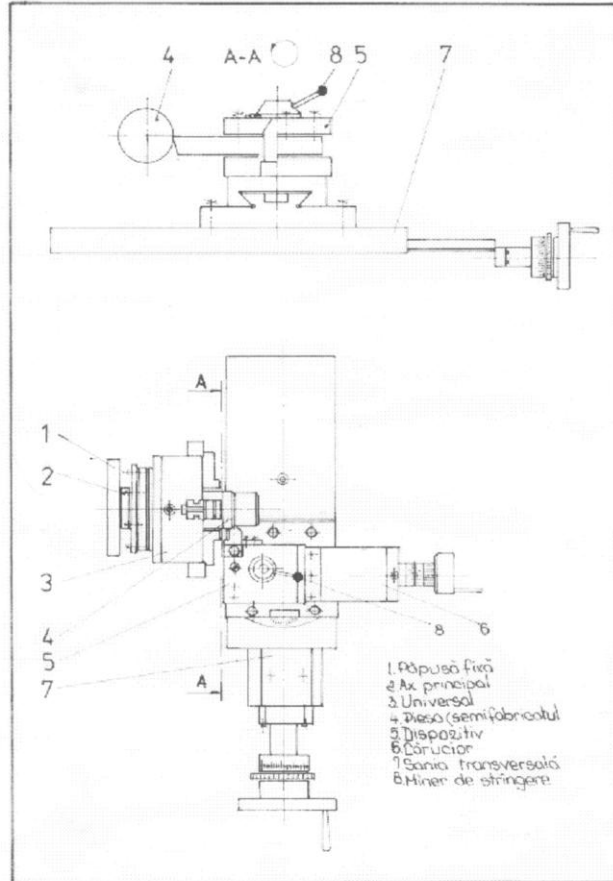
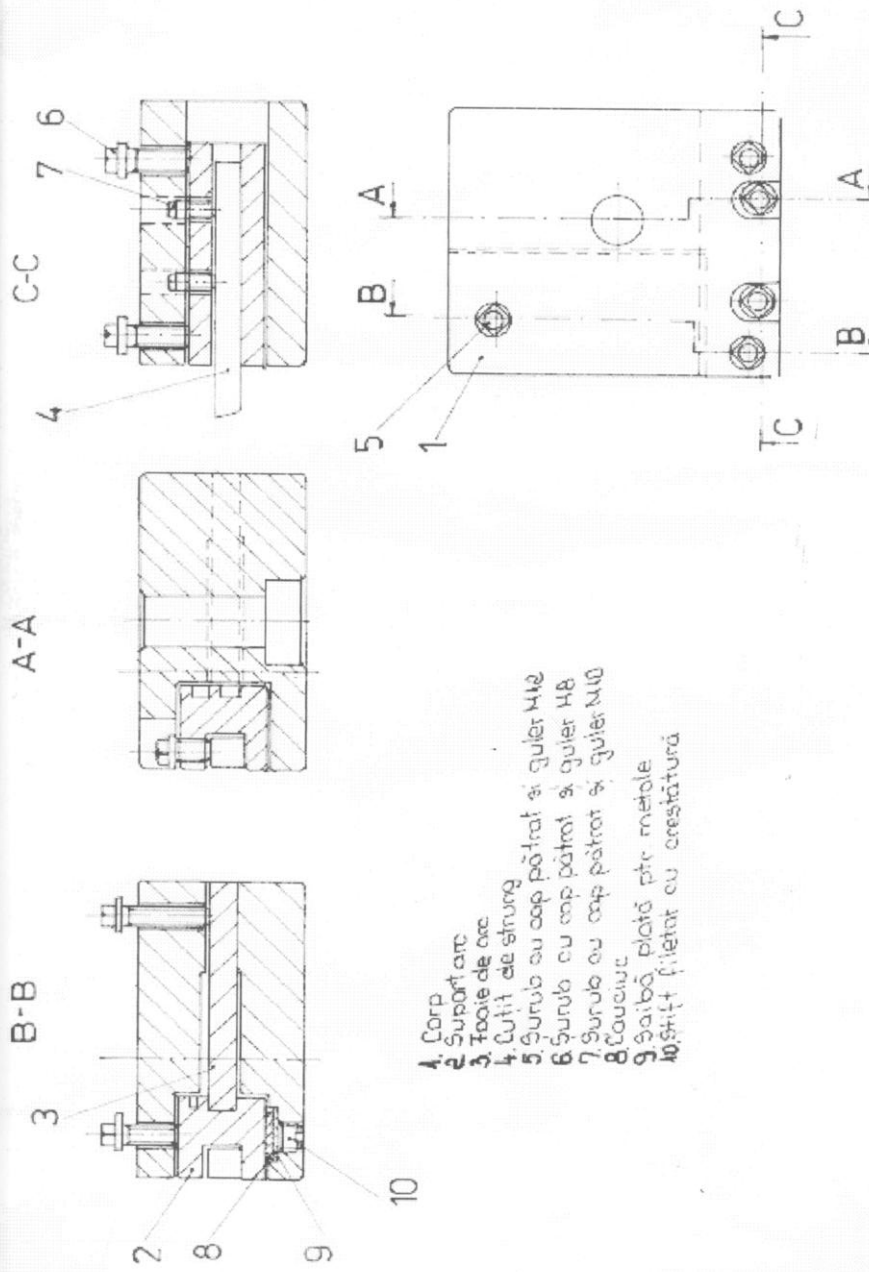


Fig. 11.5.



- 1. Corp
- 2. Suport arc
- 3. Toate de acc
- 4. Cuiit de string
- 5. Surub cu cap patrat si guler M12
- 6. Surub cu cap patrat si guler H8
- 7. Surub cu cap patrat si guler M10
- 8. Cauciuc
- 9. Saibă plată ptr. metale
- 10. Știft filetat cu crestătură

Fig.11.6.

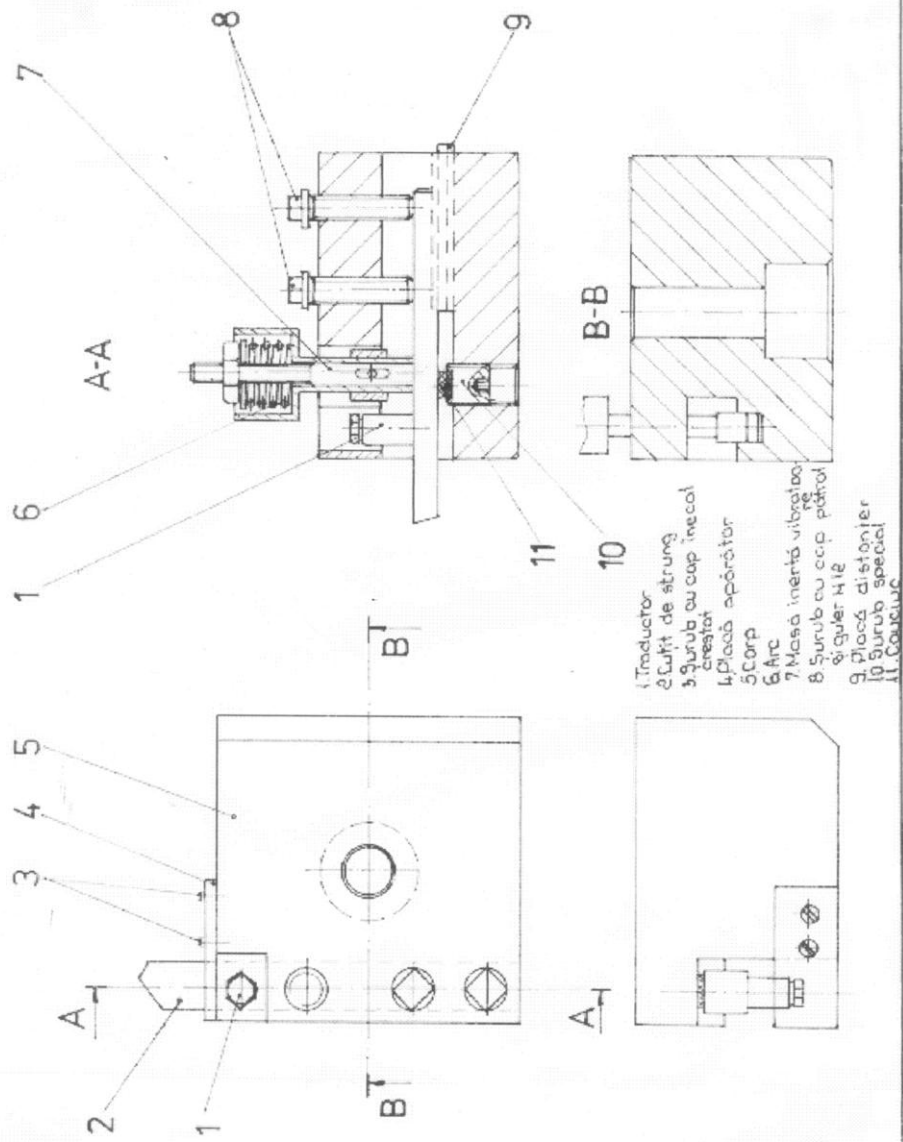


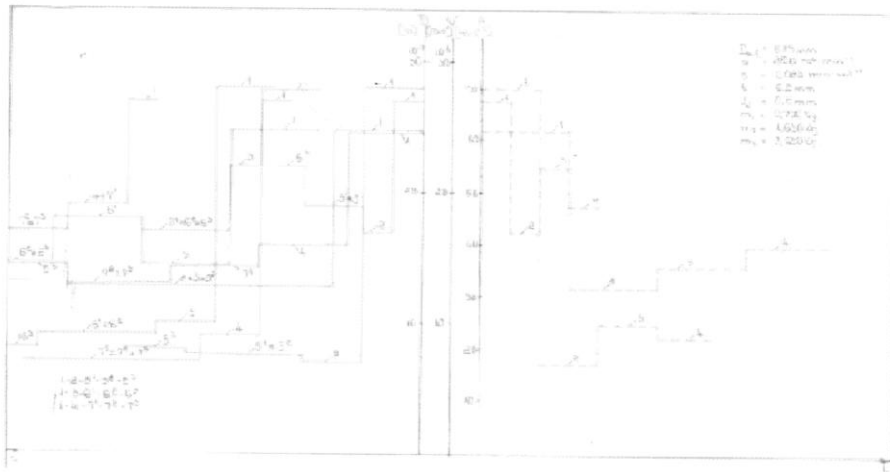
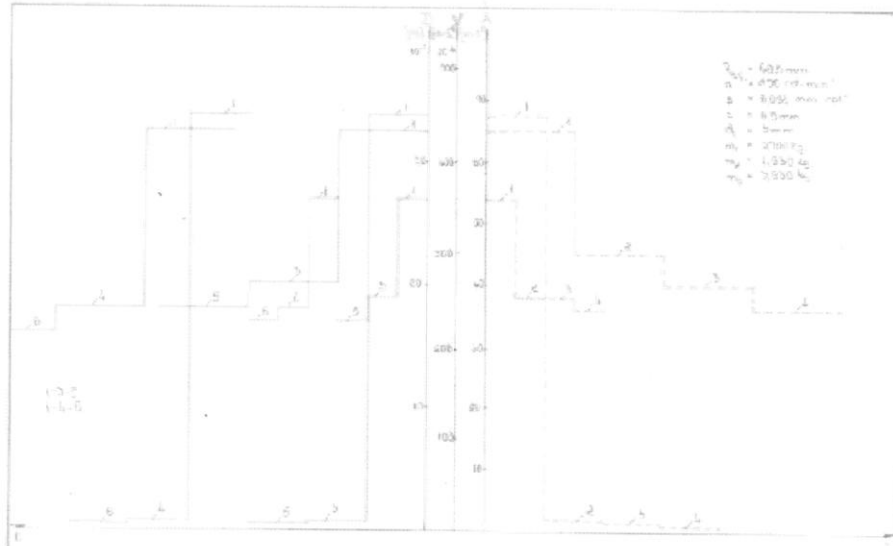
Fig.11.7

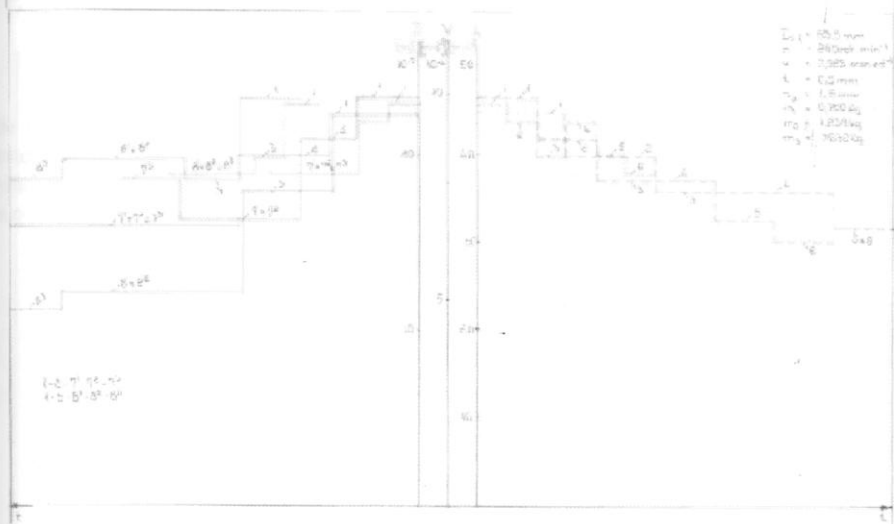
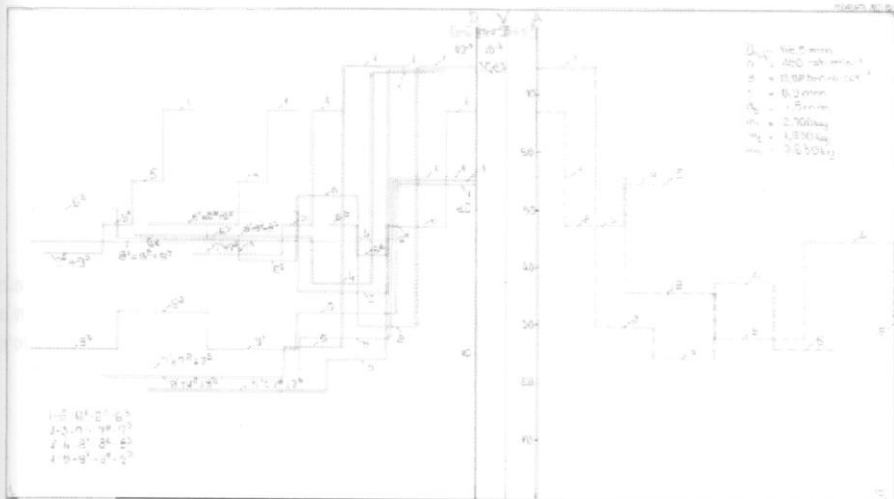
01.01.01.01

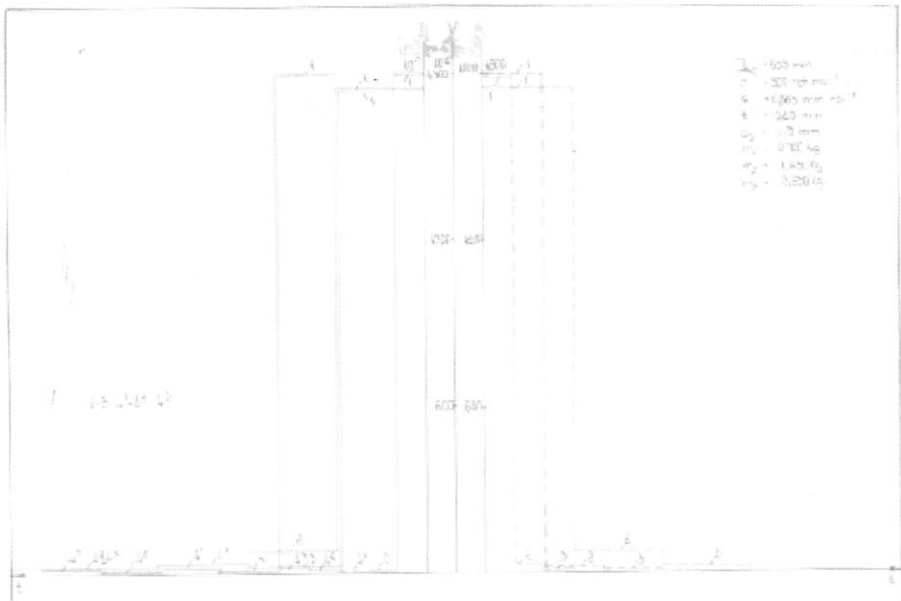
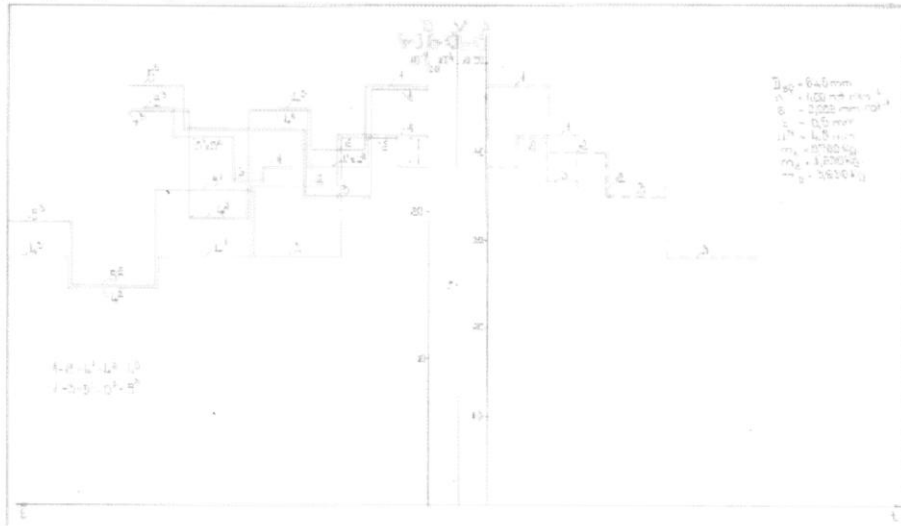
D = 68,5 mm t = 0,5 mm n = 250 rot/min s = 0,083 mm/rot												
	NEKRETNJA	CAUDUC	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+
	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 6mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm
Q = [m/s]	62	45	40	36	36	36	36	36	36	32	32	32
V = [m/s]	$45 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
δ = [m]	$27 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$
D = 67,5 mm t = 0,5 mm n = 250 rot/min s = 0,083 mm/rot												
	CAUDUC	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+	CAUDUC+
	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 6mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm
Q = [m/s]	32	32	32	36	36	36	45	36	36	40	36	32
V = [m/s]	$65 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
δ = [m]	$17 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$22 \cdot 10^{-7}$	$22 \cdot 10^{-7}$	$22 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$
D = 66,5 mm t = 0,5 mm n = 250 rot/min s = 0,083 mm/rot												
	ARC 5mm	ARC 5mm	ARC 10mm	ARC 10mm	ARC 10mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm	ARC 12mm
Q = [m/s]	28	32	36	32	32	26						
V = [m/s]	$65 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$						
δ = [m]	$19 \cdot 10^{-7}$	$22 \cdot 10^{-7}$	$19 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$	$17 \cdot 10^{-7}$						

Fig. 10.8.

Fig. 11.8







cân
zon
pro

de s
exte
sime
supr

aceast
supra
față d
la unu

LUCRAREA Nr. 12

12. PROCEDEE DE PRELUCRARE A SUPRAFETELOR EXTERIOARE DE REVOLUȚIE - EXCENTRICE (CAZUL STRUNJIRII EXCENTRICE)

12.1. Obiectul lucrării

Sunt dese situațiile din cadrul sistemelor de fabricație individuală, serie sau de masă când suprafețele exterioare de revoluție prezintă zone excentrice. Modul în care se obțin aceste zone, legate de posibilitățile de laborator sunt obiectul lucrării prezente mai ales în situațiile producției individuale de prototip sau serie mică.

12.2. Noțiuni teoretice

În cazul de față vom aborda trei procedee de prelucrare a suprafețelor excentrice:

- a) prelucrarea din mai multe prinderi (pe strung)
- b) prelucrarea dintr-o singură prindere (cu mai multe poziții)
- c) prelucrarea dintr-o singură prindere și așezare a piesei

12.1.a) Prelucrarea din mai multe prinderi a suprafețelor excentrice

- principial metoda constă în schimbarea poziției axei de rotație a piesei astfel încât axa de simetrie a suprafeței ce se prelucurează să fie alta decât axa de simetrie a suprafeței exterioare de revoluție propriu-zise. În cazul în care piesa este scurtă schimbarea axei de simetrie se face prin interpunerea unui adaos de o anumită grosime între unul din bacuri și suprafața de prindere (la universal) conform fig. 12.1

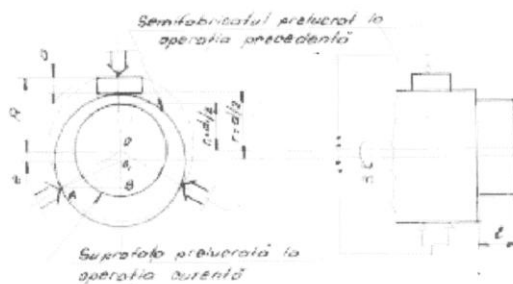


Fig.12.1.

La prima prindere a fost realizată suprafața de diametru mai mare ($d=2R$). Folosind această suprafață ca bază de așezare-orientare, în cadrul celei de a doua prinderi se prelucurează suprafața cu diametru mai mic ($d_1=2r_1$). Această suprafață cu diametrul $d_1 (< d)$ va fi excentrică față de prima. S-a putut observa din fig.12.1 că ea s-a obținut prin interpunerea unui adaos "a" la unul din cele trei bacuri, rezultând excentricitatea de valoare "e" dorită.

Astfel din condițiile geometrice rezultă :

$$a = R + e - r \quad (12.1.)$$

$$\text{din } \triangle AOB : AB^2 = R^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2 \quad (12.2.)$$

$$\text{iar din } \triangle AO_1B : AB^2 = r^2 - \left(\frac{R}{2} - e\right)^2 \quad (12.3.)$$

egalând (12.2) cu (12.3) fiindcă reprezintă aceeași mărime se obține :

$$R^2 - Re + e^2 - r^2 = 0 \quad (12.4.)$$

care rezolvată în raport cu "R" va duce la :

$$R = \frac{e}{2} \pm \sqrt{r^2 - \frac{3}{4}e^2} \quad (12.5.)$$

sau mai explicit :

$$R = \frac{e}{2} \pm r \sqrt{1 - \frac{3e^2}{4r^2}} \quad (12.6.)$$

dezvoltăm în serie radicalul din relația (12.6) : $\sqrt{1 - \frac{3e^2}{4r^2}}$ în serie McLaurin (tip $\sqrt{1-x} = \dots$) și obținem :

$$\sqrt{1 - \frac{3e^2}{4r^2}} = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{3e^2}{4r^2} \right) - \frac{1}{8} \left(\frac{3e^2}{4r^2} \right)^2 - \frac{1}{16} \left(\frac{3e^2}{4r^2} \right)^3 \dots \quad (12.7.)$$

se păstrează doar primii doi termeni din relația (12.7) :

$$R = \frac{e}{2} + r \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{3e^2}{4r^2} \right) \right] = \frac{e}{2} + r - \frac{3e^2}{8r} \quad (12.8.)$$

introducând această valoare a lui "R" în expresia inițială (12.1) se va putea calcula mărimea "a" a adaosului de prelucrare cu relația:

$$a = 1.5e \left(1 - \frac{e}{4r} \right) \quad (12.9.)$$

O altă situație o constituie prelucrarea pieselor excentrice de lugimi mai mari. Așa cum se vede în fig. 12.2 (a și b) acestea se vor prelucra între vârfuri succesiv.

Așa cum rezultă pentru diametrul (d_1) se va prinde piesa pe găurile de centrare (b) între vârfuri prelucrându-se pe toată lungimea (l_1). În această situație precizia excentricității "e" (rezultate) va depinde de precizia de trasare sau execuție a găurilor de centrare (atât cele de tip "a" și "b"). Totodată să nu neglijăm și precizia MU (strung SNB 400) privitor la bătaia radială a axului principal. Chiar dacă valoarea bătaiei axului este greu de determinat în condiții dinamice, static se poate exprima astfel (fig. 12.3). Bătaia radială determinată în condiții statice (br_s) servește la calcularea bătaiei radiale în condiții dinamice (br_d). Astfel :

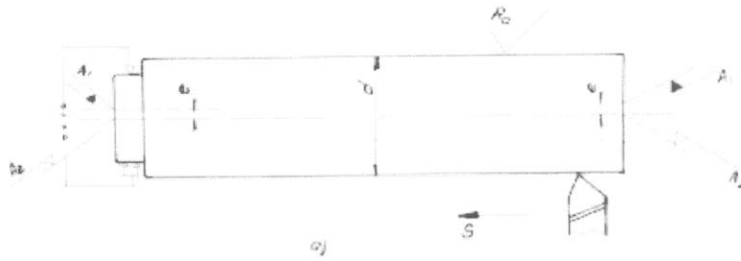
$$br_d = \mu \cdot br_s \quad (12.10.)$$

unde μ este un factor de amplificare supraunitar.

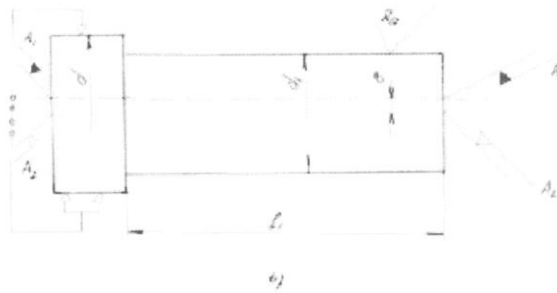
12.1.b) Prelucrarea dintr-o singură prindere (cu mai multe poziții)

Această tehnologie se face conform schiței din fig. 12.4

Piesa (1) se centrează pe axul (2) prelucrat anterior. La rândul ei piesa (2) se fixează cu ajutorul axului (3) pe un suport (tip plan-"planșăibă") în universalul mașinii.



(tip



lcula

cum

Fig.12.2.

între
i "e"
de tip
adială
ondii
tative

l.)

ază cu

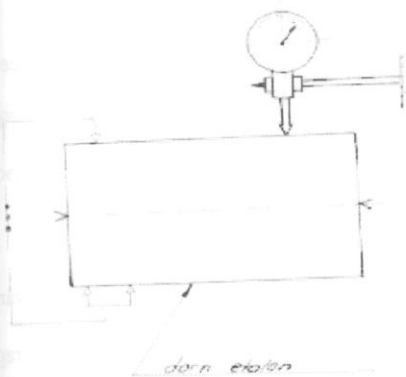


Fig.12.3.

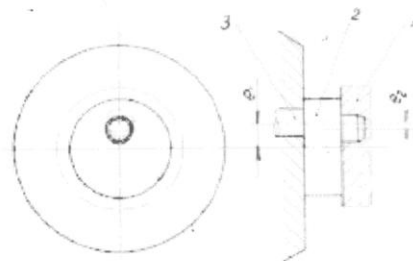


Fig.12.4.

Prin rotirea piesei (2) care are două capuri (axe) excentrice (e_2 și e_1) se pot fixa în diferite poziții obținând suprafața exterioară la o gamă largă de excentricități (în funcție de reglarea unghiulară prin rotire). Această gamă va avea valoarea cuprinsă între limitele e_{\max} și e_{\min} .

$$e_{\max} = e_1 + e_2; e_{\min} = e_1 - e_2$$

(12.11.)

Dispozitivul poate fi mult mai simplu construit și cu posibilități fine de reglare. Cel prezentat în fig.12.4 dă o imagine de principiu asupra acestei metode.

12.2.c). Prelucrarea dintr-o singură prindere și o singură așezare a piesei

Această metodă presupune existența unor echipamente complexe de copiere sau poziționare fiind specifică producției de masă sau serie mare.

12.3 Desfășurarea lucrării

Pentru a se demonstra prima metodă 12.2.a) se va executa piesa din fig.12.5 prin interpunerea unui adaos "a" de prelucrare la unul din bacuri. Astfel :



Fig.12.5

$$d = 2 r = 30 - 60 \text{ mm}$$

$$d_1 = 2 r_1 = 15-30 \text{ mm}$$

$$e = 2-6 \text{ mm}$$

$$l = 40-80 \text{ mm}$$

$$l_1 = 5-30 \text{ mm}$$

materialul piesei poate fi OL 37 sau OLC 45

se va folosi un cutit din otel rapid având $k=90^\circ$

regimul de aschiere va fi : $v=35\text{m/min}$ și $s=0.1 \text{ mm/rot}$

Se va calcula cu relația 12.9 valoarea adaosului "a"

urmând executarea strunjirii pe lungimea "l"

În etapa a doua se va prelucra o piesă cu excentricitatea $e=2-8 \text{ mm}$ conform schemei din fig.12.2 luând ca dimensiuni orientative o bară din OLC 45 având :

$$d = 2 r = 60-80 \text{ mm}$$

$$d_1 = 2 r_1 = 30-40 \text{ mm}$$

$$l = 150-200 \text{ mm}$$

$$l_1 = 75-100 \text{ mm}$$

În aceleasi conditii si valori ale parametrilor regimului de aschiere ca la prima etapă.

Se va acorda atentie trasării pozitiei celor două găuri de centrare, executând după aceea centruirea

După fiecare prelucrare se vor măsura cotele obtinute si valorile reale ale excentricităților.

12.4 Observatii si concluzii

- se va urmări însusirea metodologiei de calcul si a celei de executie tehnologică
- se vor trage concluzii la cele două moduri de prelucrare experimentate observând factorii ce influentează precizia de prelucrare
- întrucât metoda este tipică prelucrării cu sectiune variabilă a aschiei se vor trage concluzii asupra durabilității sculei si referitor la valabilitatea sau domeniul indicat de utilizare a procedeului.

LUCRAREA Nr. 13

13. PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE A SUPRAFETELOR CILINDRICE EXTERIOARE

13.1. Obiectul lucrării

Scopul lucrării îl constituie stabilirea influenței parametrilor regimului de așchiere precum și a deformațiilor elastice (ale sistemului tehnologic M.D.P.S.) asupra preciziei și calității suprafețelor prelucrate prin rectificare cilindrică exterioară.

13.2. Noțiuni teoretice de bază

Întrucât prin rectificare se realizează precizii de prelucrare mari, operația se folosește la finisare. În fig.13.1 se vede un sistem tehnologic, al mașinii și procedeeului de rectificare al unei suprafețe longitudinale simetrice folosind periferia discului de lățime (B) și diametru (D).

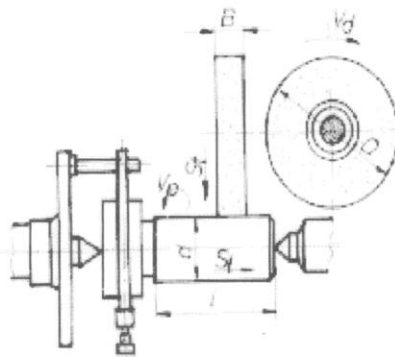


Fig.13.1.

Factorii de influență asupra preciziei de prelucrare și gradului de netezire sunt :

- precizia sistemului M.D.P.S. al mașinii unelte folosite
- adâncimea de așchiere
- avansul
- condițiile de răcire ungere (inclusiv fluidul de răcire ungere)
- rigiditatea sistemului tehnologic (M.D.P.S.)

Așa cum se vede în fig.13.1,

parametrii regimului de așchiere sunt

v_d - viteza de așchiere periferică a discului (sculei) în m/s ce se poate stabili pe baza tabelului I :

TABEL I

Materialul de prelucrat	Liant disc	Viteza periferică v_d [m/s]
Oțel	ceramic	25 - 35
Fontă bronz		20 - 25
Materiale ușoare		15

Fig.13.2

v_p - viteza periferică a piesei în m/min care se adoptă în funcție de felul rectificării (de degroșare sau finisare) precum și de materialul prelucrat pe baza tabelului II :

TABEL II

Felul prelucrării	Materialul de prelucrat					
	Oțel		Fontă	Alamă	Aluminiu	
	necălit	călit				
v_p m/min	Degroșare	12 - 15	14 - 16	12 - 15	18 - 20	50 - 70
	Finisare	6 - 8	6 - 10	6 - 10	14 - 16	30 - 40

s_1 - avansul longitudinal se alege între (0.25 și 0.8) B [mm/rot] unde :

B este lățimea discului abraziv

s_t este avansul transversal (de pătrundere) în mm/rot și se recomandă în funcție de felul prelucrării :

- la degroșare $s_t = 0.0025-0.075$ mm/rot
- la finisare $s_t = 0.001-0.005$ mm/rot

La prelucrarea prin rectificare cu avans longitudinal (cum este în fig.13.1) având lățimea discului abraziv suficient de mică se poate considera că forța F_y de așchiere este concentrată (suprafață de contact pe muchie). Această forță determină în special abateri dimensionale și de formă ale piesei prelucrate. Deoarece prelucrarea conform schemei din fig.13.1 se execută din mai multe treceri fiecare cu aceeași adâncime de reglare a sculei eroarea de prelucrare ca urmare a deformațiilor elastice ale sistemului tehnologic de prelucrare se determină cu relația :

$$\Delta y = \frac{A(A^n - 1)}{A - 1} t_r$$

(13.1.)

iar factorul A se calculează astfel:

$$A = \frac{\left(\frac{L-x}{L}\right)^2}{R_{pf}} + \frac{\left(\frac{x}{L}\right)^2}{R_{pm}} + \frac{1}{R_d} + \frac{x^2(1-x)^2}{3EI_z l} \text{ în mm}$$

(13.2)

în această expresie :

- R_{pf} (daN/mm) rigiditatea păpușii fixe
- R_{pm} (daN/mm) rigiditatea păpușii mobile
- R_d (daN/mm) rigiditatea suportului discului abraziv (D)
- L (mm) lungimea piesei
- E (daN/mm²) modulul de elasticitate longitudinal al materialului piesei
- I_z (mm⁴) momentul de inerție axial al piesei prelucrate
- x (mm) lungimea de o secțiune oarecare a piesei față de păpușa fixă
- t_r (mm) adâncimea reală de așchiere
- n numărul de treceri

13.3 Desfășurarea lucrării

Piesa de prelucrat este prezentată în fig.13.4. Se adoptă diametrul $d=(30-40)$ mm. Rectificarea se va face cu avans longitudinal după cum urmează:



Fig.13.4

- se aleg parametrii regimului de așchiere (din tabelele I și II)
- se începe rectificarea variind întâi adâncimea de așchiere (t) prin (s_t) și apoi avansul (s_f)
- pentru fiecare valoare a parametrului variabil, după prima trecere, se va măsura rugozitatea suprafeței R_a sau R_{max}
- determinările se vor opri în momentul în care s-a încheiat prelucrarea (adică adâncimea totală de așchiere reglată automat). Acest moment se evidențiază prin dispariția scânteilor caracteristice rectificării cu adâncime (t).

ncție

- se preferă rectificarea din cât mai multe treceri măsurându-se erorile de prelucrare

13.4 Prelucrarea rezultatelor

Măsurătorile se vor trece în tabelul III :

TABEL III

Nr. Crt.	Adâncimea t [mm]	Avansul s [mm/rot]	Rugozitatea R_z [mm]	Observații
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

vând
este
materii
din
darea
re se

În continuare se vor ridica diagramele de dependență a rugozității (R_z) sau (R_{max}) a suprafețelor rezultate în funcție de parametrii variabili t (mm) și s (mm/rot).

Luând drept cunoscute valorile rigidităților sistemului tehnologic (M.D.P.S.) respectiv:

$$\begin{aligned} R_{pf} &= 800 \text{ daN/mm} , \\ R_{pm} &= 300 \text{ daN/mm} \\ R_d &= 450 \text{ daN/mm} \end{aligned}$$

precum și valoarea modului de elasticitate longitudinal $E=2,1 \cdot 10^4$ (daN/mm²) se vor calcula erorile de prelucrare D_y , datorate deformațiilor elastice ale sistemului tehnologic elastic (M.D.P.S.) în mai multe puncte pe lungimea piesei.

Se va reprezenta grafic profilul suprafeței prelucrate, atât cel obținut teoretic cât și cel obținut prin măsurare.

Profilul suprafețelor prelucrate se va reprezenta atât cel obținut prin măsurare cât și cel teoretic.

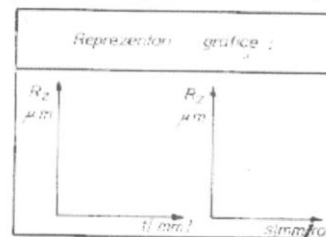
mm.

13.5. Observații și concluzii finale

- Se vor scoate în evidență ponderea factorilor variabili ai regimului de așchiere asupra calității suprafeței prelucrate.

- Concordanța sau neconcordanța dintre rezultatele obținute în urma măsurilor (practice) respectiv între cele teoretice (calculate)

- Se vor evidenția zonele (cotele) unde erorile sunt maxime ($\Delta_{y \max}$), evidențiind cauzele apariției sau accentuării acestora.



vansul

măsură

(adică
pariția

LUCRAREA Nr.14

14. PRELUCRAREA SUPRAFETELOR PLANE (RABOTARE, FREZARE, RECTIFICARE)

14.1 Obiectul lucrării

Lucrarea are ca scop cunoașterea procedeelor principale de prelucrare a suprafețelor plane, rabotarea, frezarea și rectificarea; stăpânirea elementelor parametrilor procesului tehnologic în speță, precum și noțiuni de normare tehnică (privitor la productivitatea muncii).

14.2 Noțiuni teoretice de bază

Așa cum se cunoaște din curs, alegerea procedului rentabil (tehnic-economic) respectiv tehnologic se face în baza formei constructive a piesei (dimensiuni, greutate, configurație, adaosurile de prelucrare mici, medii, mari) în funcție de precizia prelucrării (dimensională și calitativă) volumul producției N (bucăți/an) calitatea și starea materialului.

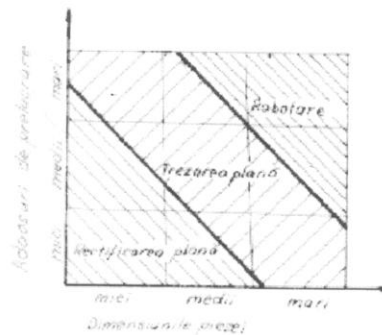


Fig.14.1

14.2.1 Rabotarea suprafețelor plane

Prelucrarea prin rabotare se vede în fig. 14.2, elementele regimului de așchiere fiind :

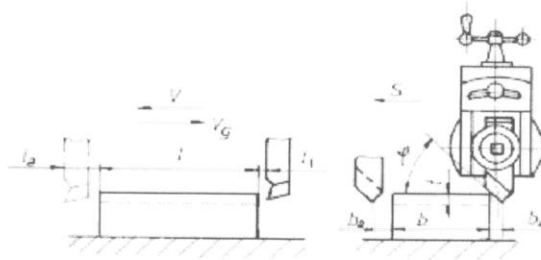


Fig.14.2

t (mm) - adâncimea de așchiere
 s (mm/c.d.) - avansul transversal
 v (m/min) - viteza de așchiere

rabotarea longitudinală de degroșare se caracterizează prin valori recomandate parametrilor astfel :

- pentru degroșare :

$$t \leq 3 \div 4 \text{ mm}$$

$$s \in (0.27 \div 1.61) \text{ mm/c.d. pentru oțel}$$

$$s \in (0.45 \div 2.55) \text{ mm/c.d. pentru fonte}$$

- pentru finisare

$$t \leq 0.5 \text{ mm}$$

$$s \in (0.5 \div 0.9) \text{ mm/c.d. pentru oțel}$$

$$s \in (1 \div 10) \text{ mm/c.d. pentru fonte}$$

În cazul rabotării transversale avansurile pentru degroșare sunt ca la rabotarea longitudinală. La finisare :

$$s \in (0.3 \div 0.66) \text{ mm/c.d. pentru } R_a=12.5\text{mm}$$

$$s \in (0.1 \div 0.35) \text{ mm/c.d. pentru } R_a=6.3 \text{ mm}$$

Timpul de bază (t_b) în cazul rabotării se calculează în funcție de parametrii geometrici și suprafeței de prelucrat și în funcție de valorile elementelor (parametrii) regimului de așchiere. Conform fig.14.2 se da relația :

$$\sigma_{b(r)} = \frac{b + b_1 + b_2}{mS} i \text{ min} \quad (14.1)$$

unde : b, b₁, b₂ (mm) - distanțe

n (c.d./min) - număr de curse duble pe minut

I - număr de treceri

s (mm/c.d.) - avansul transversal

Numărul de curse duble pe minut se determină cu relația:

$$n = \frac{1000v}{(1+m)L} \quad (\text{c.d./min}) \quad (14.2)$$

unde : v (m/min) viteza de așchiere

L (mm) cursa de lucru

m - raportul, dintre vitezele de așchiere și viteza de mers în gol (retragere)

Distanța de intrare b₁ (mm) se determină cu relația :

$$b_1 = \frac{t}{\text{tg} \cdot \varphi^0} + (0.5 \div 2) \text{ (mm)} \quad (14.3)$$

Distanța de depășire b₂ (mm) se determină empiric cu relația:

$$b_2=2-5 \text{ mm}$$

Distanța de pătrundere (l₁) respectiv cea de depășire (l₂) se ia în funcție de lungimea suprafețelor de prelucrat. În fig.14.4 și 14.3 se arată modurile de mărire a productivității de rabotare.

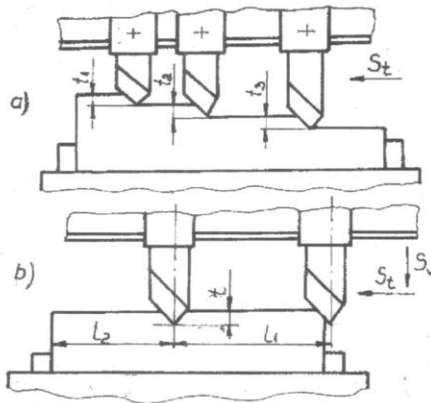


Fig. 14.3

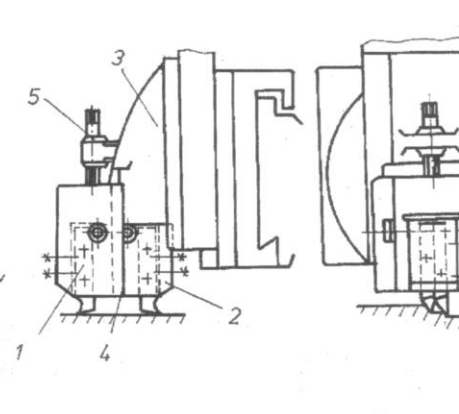


Fig. 14.4

Astfel fig.14.3/a dacă puterea mașinii permite (adaos de prelucrare mare), divizarea adâncimii se face prin mai multe cuțite. În cazul când adaosul de prelucrare este mic fig.14.3/b divizarea se face pe lățime. În fig.14.4 se prezintă prelucrarea în ambele curse (de lucru și de mers în gol) folosind 2 cuțite

Ambii suporturi (1) și (2) sunt montați pe suportul vertical (3). Suportul (1) este montat pe căruciorul (4) cu posibilități de reglare în plan vertical cu ajutorul șurubului (5). Când unul din cuțite este în lucru, celălalt este ridicat prin rotirea suportului sau (pneumatic).

14.2.2 Frezarea suprafețelor plane

Așa cum se cunoaște de la capitolul de frezare, aceasta se poate face în sensul sau contrasensului avansului de lucru longitudinal s_l . În fig.14.5 se prezintă aceste două aspecte :

fig.14.5.a - frezare în contrasensul avansului

fig.14.5.b - frezare în sensul avansului

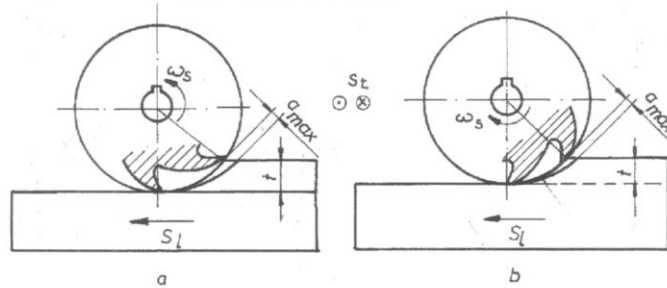


Fig.14.5

În momentul când reglăm freza (ca sculă) nu trebuie uitat montarea prealabilă pe dorn, astfel încât să se respecte indicațiile cunoscute (de la curs), așa cum se prezintă în cazul frezelor cilindrice (cu ax orizontal) fig.14.6. respectiv cele cilindro-frontale fig.14.7.

sensul
sculei,
fie diri

așchie
param

valori r

cilindric

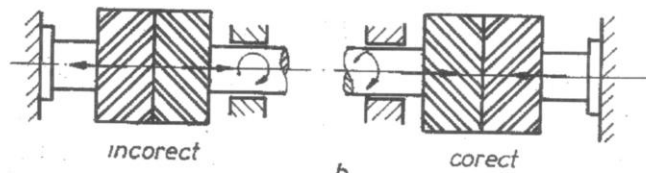
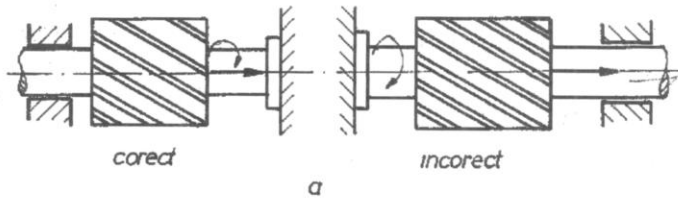


Fig.14.6

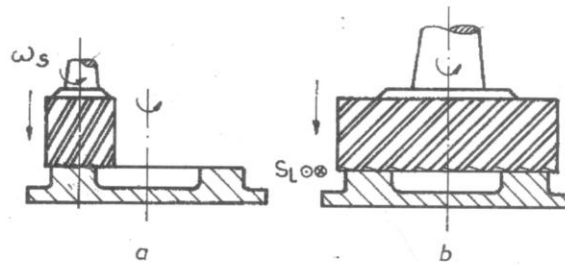


Fig.14.7

Totodată este necesar să se verifice sensul rotației, chiar în faza de proiectare a sculei, întrucât sensul forței axiale principale să fie dirijat către masa mașinii ca în fig. 14.8.

Recomandări privind regimurile de așchiere la frezare :

parametrii principali :

- t (mm) adâncimea de așchiere
- s_d (mm/dinte) avansul pe dinte
- s (mm/rot) avansul de rotație al frezei
- $s = s_d z$ (mm/rot)
- z număr de dinți ai frezei
- v (m/min) viteza de așchiere

valori recomandate :

- pentru degroșare la frezare cu freze cilindro-frontale din oțel rapid
- $s_d = 0.04 - 0.30$ mm/dinte

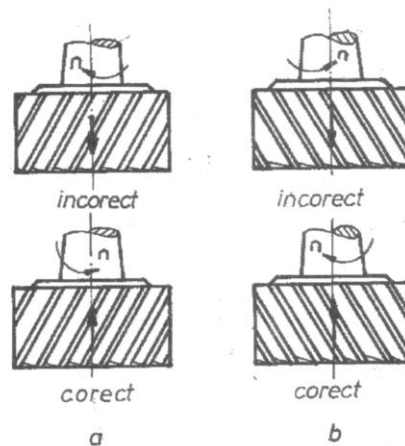


Fig.14.8

zarea
4.3/b
și de

iontat
l unul

il sau

dorn,
cazul

în funcție de puterea mașinii ($P < 5 \text{ kW}$)

pentru $P > 10 \text{ kW}$ se recomandă $s_d = (0,15-0,5) \text{ mm/dinte}$

- pentru finisare se recomandă valorile avansului pe rotație în funcție de rugozitatea suprafeței: exemplu $s = (0,23-3,9) \text{ mm/rot}$ pentru $R_a = (3,2-12,5) \text{ mm}$.

În cazul frezelor armate cu plăcuțe metalice avansul se reduce cu 50%. De asemenea în cazul prelucrării pe mașini cu rigiditate foarte mare se pot lua avansuri de $1,5 \div 2$ ori mai mari decât cele recomandate anterior iar la frezarea pieselor subțiri sau care nu se pot fixa bine pe mașină avansul trebuie micșorat de $1,5-2$ ori.

Viteza de așchiere v (m/min) se determină prin calcul fie din tabele în funcție de materialul prelucrat, rezistența de rupere și materialul părții așchietoare a sculei. Pentru frezarea oțelului cu ($t_r < 100 \text{ daN/mm}^2$):

- pentru degroșare : $v = 10 \text{ m/min}$

- pentru finisare : $v = 16 \text{ m/min}$ cu sculă din oțel rapid

La prelucrarea cu scule din carburi metalice $v = 40 \text{ m/min}$

Numărul de rotații ale frezei:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \text{ [rot/min]} \quad (14.5)$$

unde v este viteza tangențială de așchiere [m/min]

D [mm] este diametrul frezei

Avansul (sau viteza de avans) longitudinal:

$$s_l = s_d \cdot z \cdot n \text{ [mm/min]} \quad (14.6)$$

unde s_d este avansul pe dinte [mm/dinte]

z este numărul de dinți

n este numărul de rotații pe minut a frezei (sculei)

Normarea tehnică :

- conform fig. 14.9 se prezintă schematic situația frezării cilindrice (a) și frontale (b).

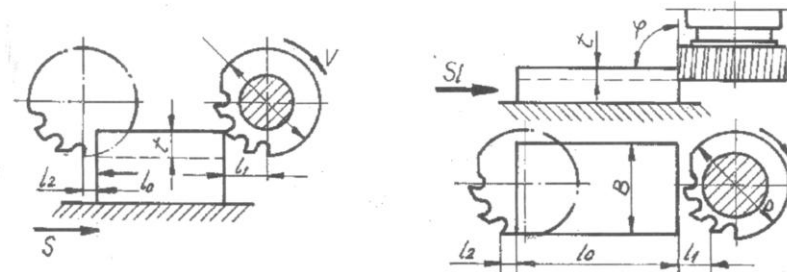


Fig. 14.9

$$\tau_b = \frac{L \cdot i}{S_l} \text{ [min]} \quad (14.7)$$

$$\text{sau } \tau_b = \frac{L \cdot i}{S_d \cdot z \cdot n} = \frac{l_0 + l_1 + l_2}{S_d \cdot z \cdot n} \text{ [min]} \quad (14.8)$$

unde: L (mm) - lungimea de calcul ($l_0 + l_1 + l_2$)

i - nr. de treceri

S_l (mm/min) - viteza de avans longitudinal

S_d (mm/dinte) - avansul pe dinte

z - numărul de dinți ai frezei

n (rot/min) - turația sculei (frezei)

l_1 (mm) - distanța de pătrundere

l_2 (mm) - distanța de depășire

l_0 (mm) - lungimea efectivă a suprafeței prelucrate la frezarea cilindrică pentru distanța de pătrundere (l_1) se iau valori conform relației:

$$l_1 = \sqrt{t(D-t)} + (0.5 \div 3) \quad [\text{mm}] \quad (14.9)$$

t [mm] - adâncimea de așchiere

D [mm] - diametrul frezei

distanța de depășire (l_2) se ia:

$$l_2 = (2 \div 5) \text{ mm} \quad (14.10)$$

în cazul frezării frontale (fig. 14.9/b) distanța de pătrundere (l_1) se ia:

$$l_1 = 0.5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) + (0.5 \div 3) \quad [\text{mm}] \quad (14.11)$$

unde B [mm] este lățimea suprafeței prelucrate

- distanța de depășire (l_2) se ia:

$$l_2 = (1 \div 6) \text{ mm} \quad (14.12.)$$

Precizia de la paralelism și planeitate la frezarea cilindrică se află cuprinsă între limitele: $0,1 \div 0,5$ (mm/1000 mm lungime); la frezarea frontală, precizia asigurată este mai bună.

Prelucrarea asigură clasa de precizie ($8 \div 10$) ISO, și rugozitatea suprafeței $R_a = [100 \div 25] \mu\text{m}$ în cadrul degroșării, respectiv $R_a = [1,25 \div 3,2] \mu\text{m}$ în cazul finisării.

14.2.3. Rectificarea suprafețelor plane

- Se va trata numai cazul rectificării plane cu periferia discului (fig. 14.10), celelalte fiind tratate amănunțit în curs.

Rectificarea, ca procedeu tehnologic urmărește în afară de precizia dimensională și calitatea suprafețelor.

Astfel se disting trei grupe:

■ degroșare: $R_a = (1,6 \div 3,2) \mu\text{m}$

■ finisare $R_a = (0,4 \div 0,8) \mu\text{m}$

■ netezire $R_a = (0,2 \div 0,4) \mu\text{m}$

Parametrii principali ai așchierii (conform fig. 14.10):

$V_{d.r.}$ [m/s] - viteza (periferică) a discului de rectificat

S_t [mm/c.d.] - avansul transversal (al mesei)

t [mm/trecere] - mișcarea de avans de pătrundere

V_p [mm/min] - a piesei (viteza avansului principal)

Viteza periferică a discului de rectificat $V_{d.r.}$ se recomandă:

$$V_{d.r.} = 20 \div 25 \text{ (m/s)} \quad (14.13)$$

avansul transversal (de trecere) S_t :

$$S_t = \beta_t \cdot B \quad (\text{mm/c.d.}) \quad (14.14)$$

în care: B (mm) - lățimea discului de rectificat

β_t - coeficientul avansului de trecere

(β_t) se dă în funcție de (R_a) astfel:

la degroșare: pentru $R_a = 6,3 \div 3,2$ (μm) $\Rightarrow \beta_t = 0,8$

pentru $R_a = 3,2 \div 1,6$ (μm) $\Rightarrow \beta_t = 0,63$

la finisare: pentru $R_a = 1,6 \div 0,8$ (μm) $\Rightarrow \beta_t = 0,5$

pentru $R_a = 0,8 \div 0,4$ (μm) $\Rightarrow \beta_t = 0,25$

Viteza avansului principal (V_p) depinde de adâncimea de așchiere, calitatea suprafețelor prelucrate, materialul piesei și procesul de așchiere.

$$\text{La degroșare: } V_{p(\text{deg.r.})} = \frac{C_v}{T^m \cdot \beta \cdot t^x} \quad [\text{m/min}] \quad (14.15)$$

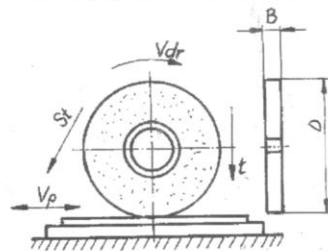


Fig. 14.10

unde: C_v - coeficient care depinde de materialul prelucrat
 T (min) - durabilitatea medie a sculei (discului abraziv)

la finisare: se alege $V_{p(fin)} = (15 \div 20)$ m/min (14.16)

avansul de pătrundere (t) se alege în funcție de:

- materialul de prelucrat
- felul operației (degroșare sau finisare)
- dimensiunile și caracteristicile discului abraziv:

în cazul nostru se alege: $t_{degr} = (0,05 \div 0,15)$ mm/trecere

$t_{finisare} = (0,01 \div 0,015)$ mm/trecere

Normarea tehnică:

conform fig. 14.1.. se face astfel:

timpul de bază:
$$\tau_b = \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_p} \cdot \frac{B + b_1 + b_2}{S_t} \cdot \frac{a}{t} \cdot i \quad [\text{min}] \quad (14.17)$$

t (mm/trecere) - avansul de pătrundere

a (mm) - adaosul de prelucrare; i - nr. de treceri

B (mm) - lățimea piesei

b_1 (mm) - distanța de depășire ($b_1 = B_{disc}$)

b_2 (mm) - distanța de pătrundere ($b_2 = 5$ mm)

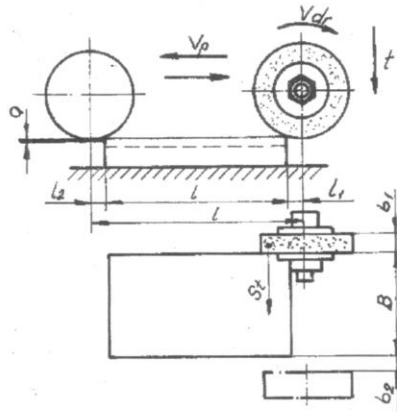


Fig. 14.11.

pentru cazul în care $B_{disc} > B$, timpul de bază va fi:

$$\tau_b = \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_p} \cdot \frac{a}{t} \cdot i \quad (14.18)$$

14.3. Desfășurarea lucrării, observații, concluzii

Asupra unei piese de tip paralelepipedic (fig. 14.12) se va trece la prelucrarea uneia din cele două suprafețe plane.

Astfel adaosul de prelucrare (a) se va îndepărta pe rând prin: rabotare, frezare și rectificare plană.

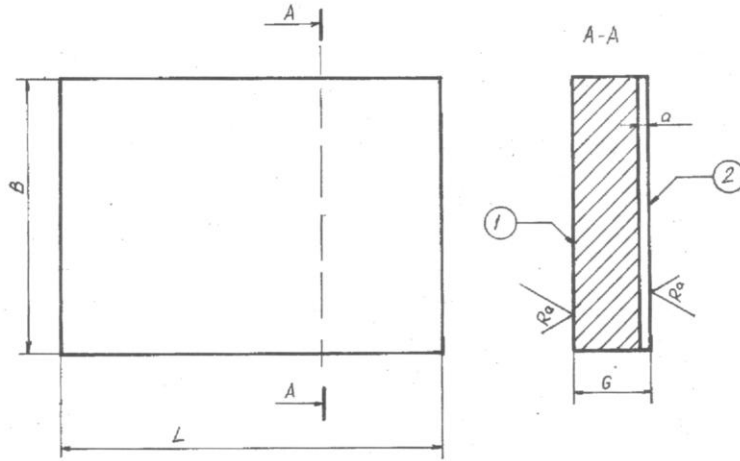


Fig. 14.12.

Rezultatele măsurătorilor se vor trece în tabelul I. fig. 14.13.

Rabotare		Frezare		Rectificare	
	u.m.		u.m.		u.m.
t	[mm]	t	[mm]	n	[rot/min]
S	[mm/c.d.]	S _d	[mm/d]	V _{dr}	[m/s]
V	[m/min]	S	[mm/rot]	t	[mm/trec]
R _a	[μm]	V	[m/min]	V _p	[m/min]
τ _b	[min]	R _a	[μm]	R _a	[μm]
		τ _b	[min]	τ _b	[min]

Fig. 14.14.

În încheiere se vor face comparații asupra duratei fiecărui procedeu tehnologic raportat la adaosul "a" (mm) de prelucrare efectiv îndepărtat și în funcție de rugozitatea R_a (μm) obișnuită.

)

ia din

are și

LUCRAREA Nr.15

15. ASPECTE ALE PRELUCRĂRII SUPRAFETELOR CONICE PRIN STRUNJIRE

15.1. Obiectul lucrării

Suprafețele conice sunt considerate printre cele mai simple suprafețe profilate. Acestea sunt parte componentă a multor organe de mașini aflate în mișcare sau îmbinare.

În lucrare se prezintă modalitățile de prelucrare prin strunjire a suprafețelor conice, precum și analiza influenței reglării sculei asupra preciziei de prelucrare.

15.2. Noțiuni teoretice de bază

Așa cum s-a subliniat la cursul (TFM vol.II), orice suprafață conică se caracterizează prin doi parametri:

- conicitatea "K"
- înclinația "I"

Din fig. 15.1 se poate observa:

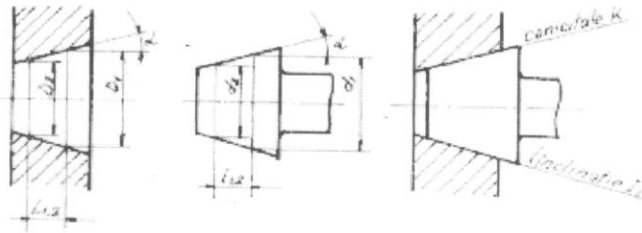


Fig. 15.1.

conicitatea alezajelor:

$$K_{(D)} = \frac{D_1 - D_2}{L_{1,2}} = 2 \operatorname{tg} \alpha^0$$

conicitatea arborilor:

$$K_{(d)} = \frac{D_1 - D_2}{l_{1,2}} = 2 \operatorname{tg} \alpha^0$$

înclinația alezajelor

$$I = \frac{D_1 - D_2}{2L_{1,2}} = \operatorname{tg} \alpha^0$$

înclinația arborilor

$$I = \frac{d_1 - d_2}{2l_{1,2}} = \operatorname{tg} \alpha^0$$

-unde "α⁰" este unghiul înclinării iar 2α⁰ este unghiul de vârf al conului (alezajelor sau al arborilor).

În vederea determinării sau definirii unei suprafețe conice sunt necesari trei parametri măsuțați într-o secțiune nominală prin con, determinată în raport cu o bază

funcțională, care poate fi una din suprafețele frontale ale conului (vezi figura 15.2)



Fig.15.2

Parametrii aceștia sunt:

- diametrul nominal: (D) sau (d)
- cota secțiunii nominale față de baza funcțională considerată: (L) sau (l)
- înclinația (I) sau conicitatea (K), ori unghiul $2\alpha^\circ$

Desigur, aceștia trei parametri sunt afectați de abateri.

În practică aceste abateri se consideră fie față de diametrul nominal:

$$1/2\Delta(D,d)$$

fie față de cota de referință (baza de măsurare: $\Delta(L,l)$)

Pe acest principiu, al controlării cotelor date se bazează și verificarea suprafețelor conice cu ajutorul calibrelor limitative.

15.2./1. Metode și practici ale prelucrării suprafețelor conice prin strunjire

a) Prelucrarea conică folosind rotirea saniei portsculă (portcuțit). Schematic metoda se observă în schița din fig. 15.3.

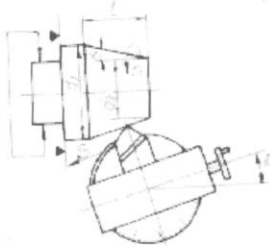


Fig.15.3.

Metoda se recomandă a fi utilizată la lungimi (l) mici ale conului de prelucrat; unghiul (α°) poate fi chiar mare. Metoda este folosită în cadrul fabricației de serie sau masă.

Pentru obținerea preciziei dimensionale și geometrice cerute, sania portcuțit trebuie rotită cu unghiul (α°) dat de relația:

$$\alpha^\circ = \arctg\left(\frac{d_1 - d_2}{2l}\right)$$

b) Prelucrarea între vârfuri a suprafețelor conice, cu deplasarea transversală a păpușii mobile

Acest procedeu este reprezentat schematic în fig. 15.4.

Geometric (din fig. 15.4) rezultă valoarea necesară deplasării transversale a păpușii "h", din următoarea relație:

$$h = \frac{d_1 - d_2}{2} \left(\frac{l_1}{l}\right)$$

- aproximare permisă întrucât $h = l_1 \sin \alpha^\circ$;

$$\sin \alpha^\circ \approx \operatorname{tg} \alpha^\circ = \frac{d_1 - d_2}{2l}$$

α° având valori mici (sub 5°)



Fig.15.4.

Metoda prezentată poate fi utilizată în producția individuală sau serie mică, atunci când intenționăm să strunjim lungimi conice mari, cu înclinații relativ mici sau foarte mici ($\alpha^\circ \leq 5^\circ$).

După cum se știe (din curs), dezavantajul metodei îl constituie uzura neuniformă a suprafețelor conice a găurilor de centruire, afectând precizia de prelucrare prin această prindere (nu tocmai corectă).

Pentru a realiza totuși această precizie cerută de metodă, mărimile deplasării (h), respectiv unghiul (α°) trebuie astfel reglate la sistemul tehnologic M.D.P.S. (SNB-400) utilizat, încât să se utilizeze dispozitive sau aparate de măsură cu o precizie de $1/16 \div 1/10$ din toleranțele (δ) care definesc elementele conicității.

c) Prelucrarea suprafețelor conice folosind cuțite late (profilate înclinat)

Metoda (fig. 15.5.) se utilizează atunci când lungimea conului nu depășește 25÷30 (mm), în caz contrar putând apare efecte negative cauzate de forțe prea mari de așchiere și componente radiale (F_r) care generează vibrații (la acestea mai contribuie și rigiditatea sistemului tehnologic (M.D.P.S), utilizat).



Fig. 15.5

Generatoarea suprafeței conice este copiată de pe muchia înclinată a sculei (cuțit profilat), înclinată la unghiul α° .

Acest procedeu se aplică frecvent la prelucrările pe strunguri automate.

d) Prelucrarea pe mașini-unelte speciale, lucrând cu două avansuri simultan

Chiar în cadrul producției de serie mare și masă, prelucrarea poate fi făcută utilizând mașini unelte speciale, care lucrează simultan cu două avansuri (de copiere).

În funcție de precizia impusă, unghiul dintre direcțiile celor două avansuri (pe diagonală), se reglează ca expresie a raportului dintre avansul longitudinal și cel transversal.

e) Prelucrarea suprafețelor conice prin copiere

Se folosește un sistem de copiere (mecanic, hidraulic, sau electric) care combină avansul longitudinal cu avansul transversal obținut urmărind profilul înclinat (conic).

Strungul românesc (SNB-400) este dotat auxiliar și cu posibilitatea montării unei "rigle de copiat", tocmai în vederea obținerii prin copiere a diferitelor înclinații conice.

15.2./2. Erorile de prelucrare; influența reglării sculei asupra preciziei de prelucrare

Reglarea corectă a sculei constituie una din necesitățile, principale ale regimului sistemului. De la curs se cunoaște influența și mai ales efectul unei reglări incorecte a sculei (cazul deplasării sculei într-un plan "ω", distanțat cu valoarea "Δ" față de planul orizontal "ξ"). Acest lucru îl repetăm în demonstrația care urmează.

Din fig. 15.6. rezultă:

$$OE^2 = r^2 = \Delta^2 + OF^2 \quad (15.7)$$

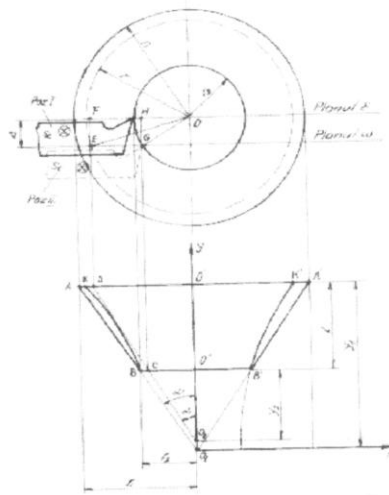


Fig. 15.6

știind că $OF=O'D$

se poate scrie:

$$OF=O'D=(1+y_2)\operatorname{tg}\alpha^0$$

în care "1" reprezintă însăși lungimea conică piesei de prelucrat.

$$y_2 = \frac{O''C}{\operatorname{tg}\alpha^0} \quad (15.9)$$

$$O''C=OH$$

valoarea lui rezultă din:

$$O''C=OH=\sqrt{r_2^2 - \Delta^2} \quad (15.10)$$

înlocuind valoare lui OF din relația (15.8.) în relația (15.7)

Se va obține:

$$\frac{r^2}{\Delta^2} - \frac{(1+y_2)^2}{\Delta^2 \times \operatorname{ctg}^2 \alpha^0} = 1$$

ceea ce reprezintă ecuația unei hiperbole (în plan).

Concluzia rezultă de la sine: -generatoarea într-o astfel de secțiune obținută (B-K) nu va mai fi rectilinie, ci devine o curbă hiperbolică. Raza variază hiperbolic în lungul piesei.

În afară de abaterile de la rectiliniaritate suferite de generatoarea conului, în ipoteza realizării diametrului $(d_2)=2r_2$, se obțin erorile la diametrul $(d_1)=2r_1$, precum și la înclinația conului. În ceea ce privește mărimea diametrului (d_1) $(d_1=2r_2)$, acesta teoretic se poate calcula cu expresia:

$$2r = 2\sqrt{\Delta^2 + (1+y_2)^2 \times \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

rezultă o eroare la diametrul mare al conului (d_1) egală cu:

$$\Delta d_1 = \Delta(2r_1) = 2r_1 - 2r = 2[r_2 + \operatorname{tg} \alpha - \sqrt{\Delta^2 + (1+y_2)^2 \times \operatorname{tg}^2 \alpha}] \quad (15.13)$$

15.3. Desfășurarea lucrării

Privitor la prelucrarea de la procedeul (15.2/1.a) (fig 15.3) se vor recomanda următoarele valori constructive:

$$d_1=20\div 30 \text{ (mm)}$$

$$d_2=10\div 15 \text{ (mm)}$$

$$l=15\div 25 \text{ (mm)}$$

În cazul prelucrării prin procedeul 15.2/1.b)-(fig. 15.4) se recomandă:

$$d_1=40\div 60 \text{ (mm)}$$

$$d_2=20\div 30 \text{ (mm)}$$

$$l=150\div 200 \text{ (mm)}$$

În ambele cazuri se va utiliza un cuțit armat din carburi metalice (P10) având geometria: $\alpha^\circ=6^\circ$; $\gamma^\circ=10^\circ$; $\chi^\circ=45^\circ$.

- regimul de așchiere folosit va fi:

$$v=80 \text{ (m/min)}$$

$$S=0,1 \text{ (mm/rot), materialul de prelucrat OLC45.}$$

La începutul fiecărei prelucrări se procedează după cum urmează:

- se calculează parametrii de reglare folosind relația lui (α°) și (h) din formulele date: (15,5) respectiv (15.6)

- se reglează cu valorile obținute mașina unealtă (strungul SNB-400)

- se vor prelucra piesele la parametrii geometrici indicați (pornind de la semifabricate inițiale cilindrice, de diametre d_1 și centruite în prealabil)

- după prelucrare se efectuează măsurătorile, pe diverse secțiuni, consemnându-se rezultatele în tabele.

Observație:

- după prelucrarea cu cuțit profilat (lat) conform fig.15.5., se va regla scula (distanțat în planul ω) cu cantitatea $\Delta(\text{mm})=2\div 4 \text{ (mm)}$ și se va mai executa o trecere; păstrându-se toate celelalte condiții neschimbabile și căutând ca diametrul $d_2(=2r_2)$ să rămână neschimbat (piesa nu se va desprinde).

Se va măsura apoi piesa cu micrometrul (mai precis cotele $d_1=2r_1$ și $d_2=2r_2$), apoi concavitatea generatoarei, cu ajutorul unui microscop de laborator (din 2 în 2 mm).

15.4. Prelucrarea datelor experimentale

Referitor la piesa prelucrată (din fig 15.3) se vor măsura elementele comparându-se parametrii geometrici măsurați cu cei care trebuiau să rezulte în mod obișnuit. De asemenea, tot după această schemă, doar reglând cuțitul sub centru, cu valoarea Δ (în planul " ω ") se va trasa pe o diagonală (fig.15.7) punctele obținute prin măsurile succesive la microscop.

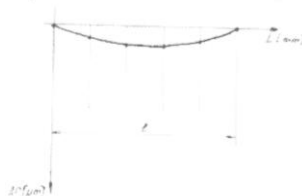


Fig.15.7

Se va face o ulterioară comparare a erorii calculate (Δd_1) cu relația (15.13) cu cea măsurată și obținută anterior distanțării (Δ).

15.5. Observații și concluzii

În baza rezultatelor obținute se vor trage concluzii și se vor face observații referitoare la:

- factorii care influențează precizia prelucrării
- influența reglajului (Δ), al reglării unghiului sau a cotei "h"
- influența lui (Δ) asupra mărimii erorii (comparare cu valoarea calculată)
- evidențierea erorii de formă obținute
- calitatea suprafeței obținute (în toate cazurile)
- durabilitatea sculei.

LUCRAREA Nr.16

16. PRELUCRAREA PRIN STUNJIRE A FILETELOR, INFLUENȚA REGLĂRII SCULEI ASUPRA PRECIZIEI DE PRELUCRARE

16.1. Obiectul lucrării

Lucrarea își propune familiarizarea cu procesele tehnologice de filetare prin strunjire, aspectul reglărilor, al influenței preciziei profilului sculei sau al reglării acesteia asupra calității și preciziei dimensionale a filetului.

Totodată se urmărește realizarea corectă a pasului precum și alegerea parametrilor regimului tehnologic adecvat acestor suprafețe de tip profilat, atât de des întâlnite în construcția de mașini.

16.2. Noțiuni teoretice de bază

Din câte se cunoaște de la curs, prelucrarea filetelor se poate face pe orice fel de strunguri, cu o singură condiție: să fie prevăzute cu șurub conducător. Astfel se pot obține o serie de tipuri și profile de filete, bineînțeles cu un număr diferit de începuturi.

În general, pe strung se prelucrează șuruburile pentru asamblările cu filet triunghiular, corespunzând unei serii mici de fabricație sau individuale fie șuruburi de tip: pătrat (ca profil) ori trapezoidal.

De asemenea, tot pe strung se pot prelucra și șuruburi conice, realizate practic, cu ajutorul unui dispozitiv (linial) fixat pe batiu în spatele strungului (ca la strunjirea conică) obligând căruciorul portcuțit să conducă cuțitul pe generatoarea conului.

Se știe faptul că filetele de tip cilindrice se obțin prin deplasarea unei secțiuni (geometrice) cu muchii așchietoare după o elice cilindrică cu pasul constant. În secțiune axială profilul filetului este rectiliniu. Acest lucru, precum și modul de amplasare al cuțitului se poate distinge în fig.16.1.

filet

funcț
contr

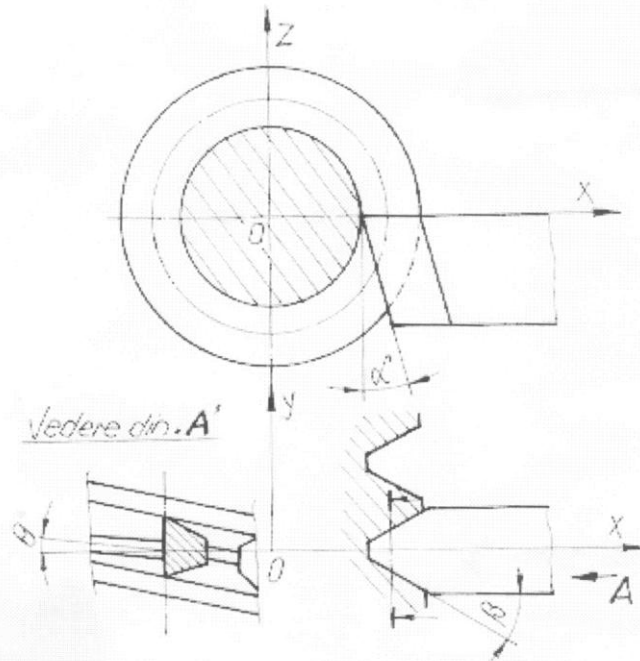


Fig.16.1.

Prelucrarea după schema din fig.16.1. nu introduce erori prea mari ale profilului filetului dacă $\theta^\circ \leq 3^\circ$.

Schema principală a lanțului cinematic de filetare este reprezentată în fig.16.2.

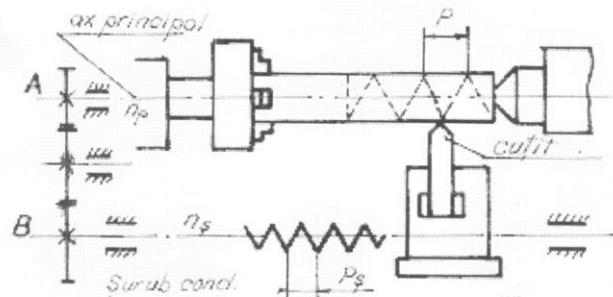


Fig.16.2.

În cazul în care unghiul mediu de înclinare al elicei $\theta^\circ > 3^\circ$, datorită variației unghiurilor funcționale ale tășurilor laterale ale cuțitului (în special al unghiurilor de degajare de semne contrare pe cele două tășuri laterale (fig.16.3) schema de prelucrare (conform fig.16.1.) duce

la o prelucrare greoaie, din care cauză aceasta se înlocuiește cu schema prezentată în fig.(16.4).

În acest caz (fig.16.4.) cuțitul se reglează cu fața de degajare perpendicular pe elice medie a golului, ceea ce conduce la un unghi, de degajare constructiv nul (egal cu zero).

După cum se știe (din cursul de Așchiere și Scule Așchietoare) în această situație rezultă în locul melcului arhimedă (tip A- de profil rectiliniu în secțiune axială) și un profil de spirală arhimedică în secțiune frontală) un melc convolut, de tipul NG. Acest convolut face parte din melcii de tip N, caracterizați printr-un profil rectiliniu în secțiune normală pe elicea medie a golului sau pe elicea medie a plinului).

În vederea calculării erorii pe care schema de generare (fig.16.4.) o introduce asupra profilului prelucrat, se determină intersecția flancului convolut cu un plan axial.

Astfel se obține următoarea relație:

$$y = \frac{p}{2\pi} \arcsin \frac{R_{dr}}{x} + \sqrt{x^2 + R_{dr}^2} \times \operatorname{tg} \theta_b - \sqrt{R_0^2 + R_{dr}^2} \times \operatorname{tg} \theta_b - \frac{2}{\pi p} (2p - \arccos \frac{R_{dr}}{R_0}) \quad (16.1)$$

în care:

$$R_{dr} = (R_0 - \frac{p}{4} \cos \theta \operatorname{ctg} \beta) \frac{\operatorname{tg} \beta \sin \theta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta \sin^2 \theta}} \quad (16.2)$$

$$\theta_b = \arcsin(\sin \beta \cos \theta) \quad (16.3)$$

$$R_0 = \frac{d_2}{d}; R = \frac{d}{2} \geq x \geq \frac{d_1}{2} = R_1 \quad (16.4)$$

În urma executării practice și a calcului (conform relației 16.1.) se compară flancul drept al golului cu profilul rectiliniu teoretic, aflând abaterea căutată.

În cazul în care tăișul sculei nu respectă unghiul β° (fig.16.1.), atunci se obține o abatere a poziției profilului generator al filetului.

Dacă nu se respectă poziția axială a feței de degajare a sculei sau unghiul de degajare este diferit de zero ($\gamma_r \neq 0$), așa cum apare în fig.(16.5) sau (16.6) atunci apare și o abatere de la rectilinitatea flancurilor filetului.

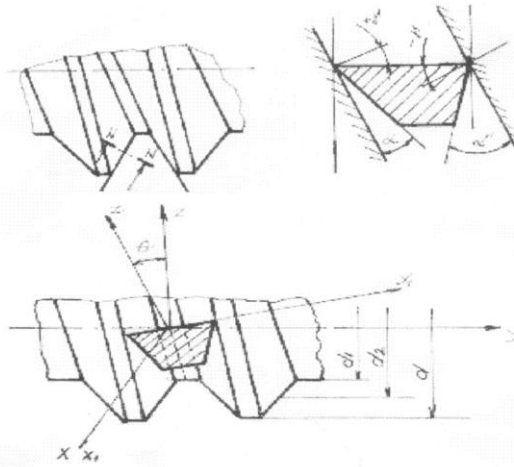


Fig.16.4.

se v
plac
rela

unde

îngre

condi
Rapo
unelto

unde:

melca

unde:

ată în

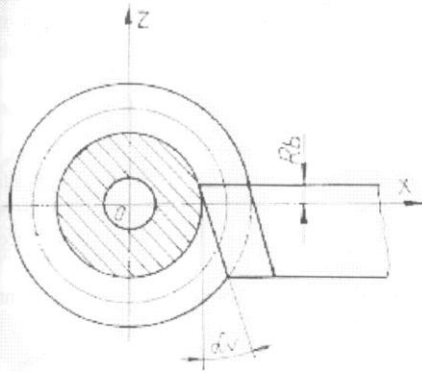


Fig. 16.5.

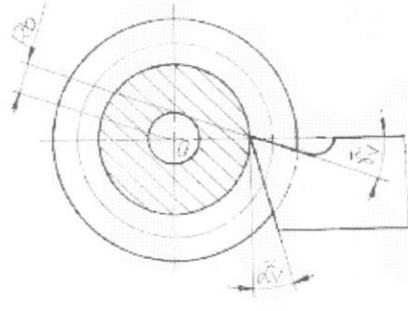


Fig. 16.6.

Se poate deduce ușor că în cazul filetării după cele două scheme (din fig. 16.5 și 16.6), se va genera un melc evolventic (melcul de tip "E"), care are un profil de evolventă, iar într-un plan tangent cilindrului cu raza R_b , adică un profil rectiliniu.

asupra

Ecuția profilului melcului evolventic în plan axial se determină în mod asemănător cu relația (16.1), obținându-se în final următoarea relație:

$$y = \frac{p}{2\pi} \arcsin \frac{R_b}{x} + \sqrt{x^2 - R_b^2} \times \operatorname{tg} \theta_b - \frac{p}{4} + \sqrt{R_0^2 - R_b^2} \times \operatorname{tg} \theta - \frac{p}{2\pi} (2\pi - \arccos \frac{R_b}{R_0}) \quad (16.5)$$

unde:

$$R_0 = \frac{d_2}{d}; R = \frac{d}{2} \geq x \geq \frac{d_1}{2} = R_1 \quad (16.6)$$

5.3)

Dacă privim schema de prelucrare din fig. 16.6., aceasta are și dezavantajul că îngreunează așchiera pentru tășurile laterale ale cuțitului.

5.4)

Practic, realizarea (materializarea) pasului filetului se face cu ajutorul șurubului conducător și a roților de schimb (fig. 16.2.), fie folosind cutia de avansuri a strungului. Raportul de transmitere a mișcării între șurubul conducător și arborele principal al mașinii-unelte (fig. 16.2.) se calculează cu relația:

lancul

ține o

$$i = \frac{A}{B} = \frac{p_s}{p} \quad (16.7)$$

gajare

de la

unde: $p_{s(mm)}$ - pasul șurubului conducător

$p_{(mm)}$ - pasul filetului ce se cere a fi executat

În cazul prelucrării filetului modul, folosit în cazul angrenajului melcat (melc-roată melcată), pasul șurubului melc este dat în funcție de modulul roții cu care angrenează:

$$p = m \times \pi \times i$$

unde: "m" - modulul roții melcate

“i”-numărul de începuturi ale filetului șurubului melc

La roțile dințate elicoidale, pasul este dat sub forma de “DIAMETRAL PITCH”, pentru care pasul se exprimă cu relația:

$$p = \frac{\pi}{d_p} \times i \quad (16.8)$$

în care d_p -diametrul cercului de divizare exprimat în țoli.

Când prelucrăm filete pe strung, numărul de treceri depinde de diametrul acestuia, de profilul filetului de direcția de avans a cuțitului față de axa piesei. În cazul prelucrării unui filet cu avansul perpendicular pe axa piesei folosind cuțite din oțel rapid, numărul de treceri trebuie adoptat folosind datele (recomandările) din tabelul I.(fig.16.5.), pentru cazul filetelor metrice:

D-degrosare ; F-finisare.

Mai putem menționa că viteza de așchiere l prelucrarea filetelor (la care $p \leq 2,5$ mm), folosind cuțite din oțel rapid, se calculează cu relația:

$$v = \frac{14,8}{T^{0,11} \times p^{0,3} \times t^{0,7}} \quad (16.9)$$

unde: T(min)-durabilitatea cuțitelor (se adoptă T=120 min)

t(mm)-reprezintă adâncimea de așchiere la o singură trecere

16.3. Desfășurarea lucrării

Pe strungul SNB-400 (din dotarea laboratorului T.F.M.), se va prelucra un filet standardizat M(d)×p

unde: d(∅)=16÷30 (mm)

p =1,5÷2,5 (mm)

I =1÷3 începuturi

Prelucrarea se va face după schema prezentată în fig.16.4., valoarea unghiului θ° fiind:

$$\theta^\circ = \arctg \frac{p}{\pi \times d_2} \quad (16.10)$$

Strunjirea filetului se va face din mai multe treceri, numărul de treceri pentru degroșare (D) și finisare (F), adoptându-se din tabelul I (fig.16.7.)

-Viteza de așchiere (v) se calculează cu relația (16.9). Astfel (după schema din fig.16.1) se prelucurează câte un filet cu un singur început. Apoi, după schema din fig.16.5, și fig.16.6. se prelucurează tot câte un filet, reglându-se în acest caz $R_b=2 \div 4$ (mm) respectiv se ia (conform schemei din fig.16.6.) un cuțit cu $\gamma_v=10^\circ$.

În vederea prelucrării unui filet cu “i” începuturi, se reglează inițial un pas $p' = i \times p$, cu care se prelucurează un început, urmând cu după aceasta să se prelucureze și celelalte începuturi, deplasându-se longitudinal vârful cuțitului (succesiv) cu mărimea unui pas “p”, cu ajutorul căruciorului portcuțit al strungului.

16.5 Prelucrarea rezultatelor, observații și concluzii

Folosind ecuația (16.1) se va trasa prin puncte profilul filetului (prelucrat după schema din fig.16.4.).

Se va compara profilul teoretic obținut grafic cu cel măsurat la microscopul de atelier (sau la lab.C.T.C.). În cazul filetelor obținute prin execuție după metoda (din fig.16.5. și 16.6.) se va măsura la microscopul de atelier abaterea “a” (conform fig.16.8.) de la rectilitate a flancului filetului în secțiune axială.

CH",

ia, de
i filet
ebuie
ice:

mm),

i filet

iind:

)

roşare

.16.1)

5.6. se

nform

«p, cu

uturi,

utorul

chema

atelier

16.6.)

itate a

De fiecare dată se vor observa: mărimea erorilor de rectilinitate, a flancurilor filetelor datorate reglării sculei după toate schemele de prelucrare prezentate (16.1,16.4,16.5. si 16.6.)

-se va măsura sau se va estima rugozitatea flancurilor filetele strunjite;

-se va observa productivitatea diferitelor scheme (metode) de strunjire folosite;

-se vor urmări și influența factorilor auxiliari (exceptând reglarea sau profilul sculei, ori al regimurilor de așchiere).

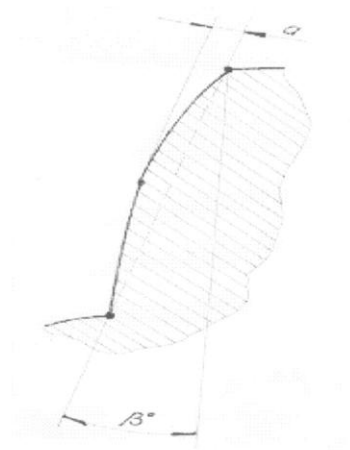


Fig.16.8.

LUCRAREA Nr.17

17. REGLAREA CAPETELOR DIVIZOARE ȘI TEHNOLOGII DE PRELUCRARE PE ACESTE DISPOZITIVE

17.1 Obiectul lucrării

Scopul principal al lucrării este însușirea de către studenți a utilității capetelor divizoare în diferite situații ale tehnologiilor de fabricație precum și realizarea practică a unor operații cum ar fi frezarea unor danturi, frezarea canalelor elicoidale, realizarea de danturi înclinate, etc., care necesită (în condițiile de laborator) utilizarea neapărată a acestor dispozitive.

Obiectul lucrării îl constituie bineînțeles reglarea capetelor divizoare în cazuri obișnuirea utilizării acestui important dispozitiv în tehnologia fabricării mașinilor.

17.2 Noțiuni teoretice de bază

Se cunoaște (încă de la cursul de E.M.U.) faptul că din punct de vedere al modului în care se realizează divizarea, deosebim următoarele metode:

- 1.-divizarea directă
- 2.-divizarea indirectă simplă
- 3.-divizarea indirectă diferențială

Din punct de vedere constructiv, capetele divizoare se clasifică astfel:

- a) capete divizoare cu disc
- b) capete divizoare cu roți dințate
- c) capete divizoare optice.

Lucrarea de față își propune utilizarea unui cap divizor cu disc și roți dințate.

17.2.1 Divizarea directă

Schema cinematică (principală) a unui cap divizor, pentru divizarea directă se prezintă în fig.17.1.

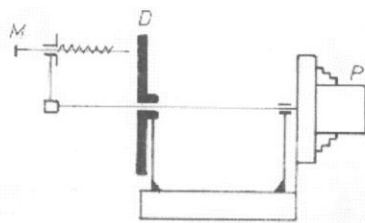


Fig. 17.1

Dacă notăm cu:

α_p - unghiul la centru al suprafețelor piesei ce trebuie obținut prin prelucrare

α_D - unghiul la centru dintre două găuri pe discul de divizare D.

G_D - numărul de găuri pe o circumferință de pe discul D

În urma unor calcule simple, rezultată că pentru realiza o divizare a piesei în Z_p părți, trebuie depășite pe discul D un număr de "k" găuri egale cu:

$$k = \frac{\alpha_D^0}{\alpha_p^0} = \frac{G_D}{Z_p} \quad (17.1)$$

17.2.2. Divizarea indirectă simplă:

În conformitate cu schema din fig.17.2., legătura între piesa (P) și discul (D) se face cu ajutorul unui angrenaj melc-roată melcată (Z_1/Z_2).

În general, raportul $A_1/B_1=1$; din acest motiv, raportul de transmitere între disc și piesă (raportul de multiplicare este egal cu $i = \frac{Z_2}{Z_1}$).

Acest raport "i" ($\frac{Z_2}{Z_1}$) se mai numește și

caracteristica capului divizor. El poate fi $i=40$ sau $i=60$. În cazul de față (al lucrării pe mașina FUS-22 de frezat) este $i=40$.

Deci, în acest caz, pentru a realiza o divizare a piesei în Z_p părți, trebuie depășite pe discul D (care este fix-datorită blocării știftului S) un număr "K" de găuri:

$$k = \frac{\alpha_D^0}{\alpha_p^0} * 1 = \frac{G_D}{Z_p} * i \quad (17.2.)$$

exemplu:

-dacă dorim să executăm $Z_p=29$ de divizări cu ajutorul acestui tip de cap divizor (având caracteristica $i=40$), folosind relația (17.2) vom obține:

$$Z_p = \frac{k}{G_D} = \frac{40}{29} = 1 + \frac{11}{29}$$

acest lucru înseamnă că manivela (M), va trebui să facă o rotație completă la care se va adăuga arcul de cerc corespunzător la 11 găuri pe cercul de 29 de găuri de pe disc.

17.2.3. Divizarea indirectă diferențială

Metoda aceasta se utilizează când piesa nu poate fi divizată folosind metodele anterioare (17.2.1. și 17.2.2.)

Schema principală este aceeași (fig. 17.2.)

În cazul în care unghiul (α_D) necesar pentru obținerea unghiului (α_p) nu poate fi realizat cu ajutorul numerelor de găuri G_D, G_D', \dots de pe cercurile concentrice ale discului (D) luate separat, atunci acest unghi (α_D) se va realiza din suma sau diferența a două unghiuri α_D, α_D'' de pe cercurile G_D, G_D'' alese convenabil.

$$\text{Deci: } \alpha_D = \alpha_D' + \alpha_D'' \quad (17.3)$$

$$\text{știind că } \alpha_D' = \frac{k'}{G_D} * 360^0; \alpha_D'' = \frac{k''}{G_D} * 360^0 \quad (17.4)$$

folosind relațiile (17.2), (17.3) și (17.4) obținem:

$$\frac{k}{G_D} = \frac{i}{Z_p} = \frac{k'}{G_D} \pm \frac{k''}{G_D} \quad (17.5)$$

Dacă urmărim schema cinematică (fig. 17.2), obținem unghiul (α_D) se realizează ca și la divizarea indirectă simplă, rotind peste un număr (k') de găuri (pe cercul cu G_D găuri) maneta M. Rotirea suplimentară cu $\pm(k'')$ găuri (pe cercul cu G_D'' găuri) se realizează în mod automat prin rotirea discului D (care este liber) pe ax (prin deblocarea știftului "S"). Această rotire se face de către angrenajul cilindric (A_1/B_1), format din două sau mai multe roți dințate (grup de angrenaje) care transmit mișcarea la capul divizor propriu-zis.

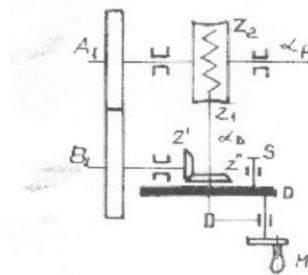


Fig. 17.2

$$\alpha_D = 360^0 * \frac{i}{Z_p}; \alpha'_D = 360^0 * \frac{i}{Z_x}$$

luând în considerare:

$$\alpha'_D = 360^0 * \frac{A_1}{B_1} * \frac{1}{Z_p} \quad (17.6)$$

și înlocuindu-le (pe cele din 17.6) în relația (17.3) [$\alpha_D = \alpha'_D \pm \alpha''_D$]

$$\text{rezultă explicitând: } \pm \frac{A_1}{B_1} = \frac{i}{Z_x} (Z_x - Z_p) \quad (17.7)$$

din această relație se poate determina raportul $i_1 = A_1/B_1$ în cazul divizării diferențiale.

Numărul (Z_x) trebuie ales în așa fel, încât divizarea în " Z_x " părți să poată fi realizabilă cu discurile existente la capul divizor, utilizând divizarea indirectă simplă.

- Mărimea (Z_x) trebuie aleasă în jurul mărimii (Z_p), astfel ca diferența ($Z_x - Z_p$) să fie de ordinul unităților, pentru ușurarea realizării raportului A_1/B_1 (cu roți existente).

- Dacă $Z_x > Z_p$, rezultă $A_1/B_1 > 0$, iar dacă $Z_x < Z_p$ rezultă $A_1/B_1 < 0$.

- Semnul (+) sau (-) în fața raportului A_1/B_1 (vezi formula 17.7) arată că discul (D) și manivela (M) trebuie să se rotească în același sens sau în sensuri (de aici și numărul minim de roți necesare angrenajului).

- În cazul în care raportul (i_1) nu poate fi realizat folosind numai două sau trei roți dințate, atunci se pot utiliza mai multe roți dințate respectând valoarea necesară raportului și sensurile de rotire obținute prin calcul.

exemplu: presupunând că dorim să executăm o roată de 55 de dinți.

Această divizare nu poate fi făcută prin metoda indirectă simplă.

De aceea se alege mai întâi un număr apropiat de divizări (fată de numărul 55) care se poate efectua prin metoda indirectă simplă (de exemplu $Z_x = 56$). Se calculează apoi după cum urmează:

- numărul de rotații al manivelei (M), în baza relației (17.2)

$$\text{rezultă: } \frac{k}{G_D} = \frac{i}{Z_x} = \frac{40}{56} = \frac{5}{7} = \frac{15}{21}$$

acest rezultat înseamnă că se poate lucra pe cercul cu 21 de găuri, rotind manivela (M) cu 15 găuri.

- raportul de transmitere (i_1) conform relației (17.7)

$$i_1 = \frac{A_1}{B_1} = \frac{40}{56} (56 - 55) = \frac{40}{56}$$

întrucât $i_1 > 0$, rezultă că discul (D) trebuie să se rotească în același sens cu manivela (M).

În fig. 17.3. se dă schema cinematică structurală a capului divizor universal românesc CDU-125 (din dotarea mașinilor de frezat).

Acesta are trei discuri cu următoarele numere de găuri:

Discul I : 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Discul II : 23, 27, 29, 31, 33, 37, 39

Discul III : 41, 43, 47, 49, 51, 53, 57

17.2.4. Prelucrarea canalelor elicoidale prin frezare (folosind capetele divizoare)

Din teoria așchierii (generarea suprafețelor) se știe că în vederea realizării unor suprafețe elicoidale sunt necesare două mișcări combinate:

- mișcarea de rotație a semifabricatului
- mișcarea de avans axial a sculei (sau a mesei)

Folosirea capului divizor și realizarea acestor mișcări pe baza cinematicii

mașin

rezult

B₂

A₂

mesei,

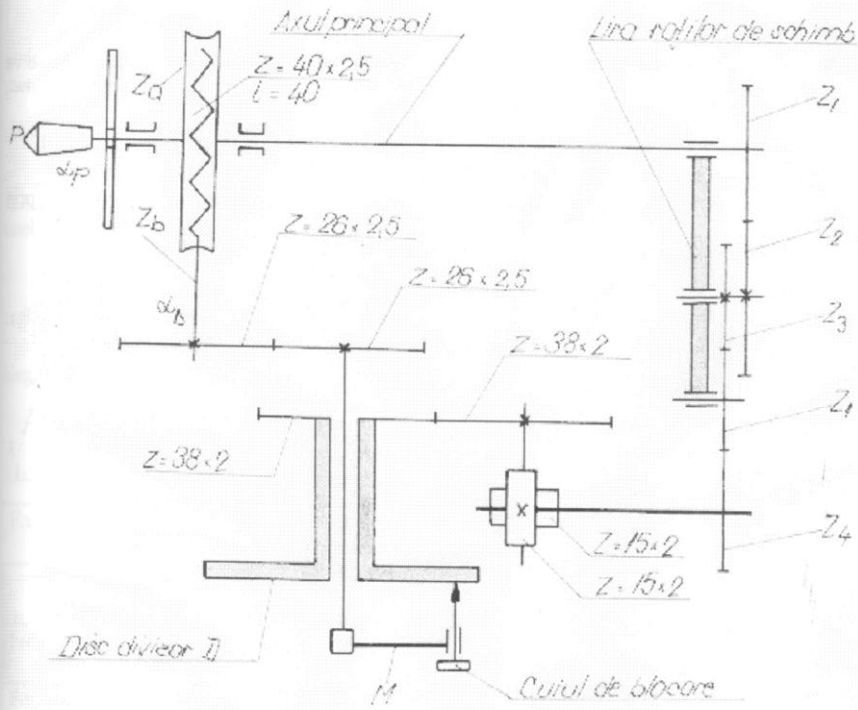


Fig.17.3

mașinii de frezat, se observă în schema din fig.17.4.

În vederea realizării pasului elicei p_E (din fig.17.4), conform schemei din fig. (17.5) rezultă:

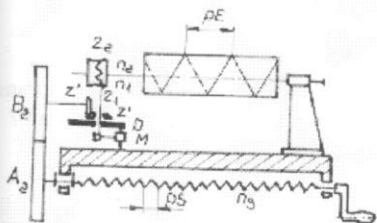


Fig.17.4

$$p_E = \pi D * \frac{1}{\text{tg}.\beta} = \pi D \text{ctg}\beta$$

Fig.17.5

$$(17.8)$$

Este necesar a se calcula apoi raportul de transmitere de la șurubul conducător al mesei, având pasul (p_s), respectiv turația (n_s), la axul piesei cu turația (n₂).

-luând în considerare (din fig.17.4) că $\frac{Z'_2}{Z_2} = 1$

izabilă
fie de
(D) și
im de
ei roți
ului și
are se
ă cum

cu 15
răspun
q eb
de
înălț
răsc
răsc

ânesc
unor

$$\text{iar } i = \frac{Z_2}{Z_1}; \text{ totodată } p_s \cdot n_s = p_E \cdot n_2 \quad (17.9)$$

și exprimând legăturile dintre numerele de dinți și turațiile roților dințate A_2 , respectiv B_2 , se va obține formula de reglare:

$$\frac{A_2}{B_2} = i \cdot \frac{p_s}{p_E} \quad (17.10)$$

17.2.5. Utilizarea capetelor divizoare la prelucrarea camelor cu porțiuni de spirală (prin frezare)

Prelucrarea acestor tipuri de came se distinge în schema din fig. 17.6.

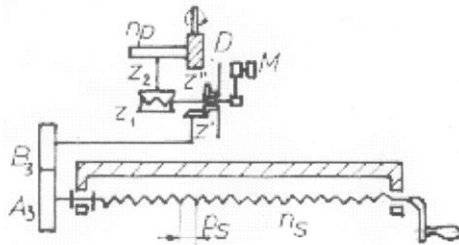


Fig. 17.6

Cel mai des folosite spirale, în construcția camelor, sunt spiralele de tip arhimedic. Pasul spiralei arhimedice (vezi fig. 17.7), se va determina cu relația:

$$p_c = \frac{360^\circ}{\alpha^\circ} \cdot a \quad (17.11)$$

- în acest caz, relația de reglare a lanțului cinematic (pe aceleași baze ca și în cazul calculului prelucrărilor elicoidale) va fi:

$$\frac{A_3}{B_3} = i \cdot \frac{p_s}{p_c} \quad (17.12)$$

17.2.6. Divizarea rectilinie, folosind capetele divizoare

Un astfel de mod de utilizare este prezentat în fig. 8.

-exemplul din fig. 17.6 se poate particulariza la tăierea cremalierelor, divizarea sau segmentarea cu pas (p_d) a diverselor rigle de măsurare cu profile striate, ori cu canale de diverse secțiuni

-Analizând schema cinematică (din fig. 17.8) rezultă:

$$\frac{k}{G_D} = i \cdot \frac{p_d}{p_s} \cdot \frac{B_4}{A_4} \quad (17.13)$$

Dacă punem condiția ca la o rotație completă ($k=G_D$) să se obțină o deplasare a mesei de 1(mm), cazul gradărilor milimetrice, atunci relația (17.13) devine:

$$\frac{A_4}{B_4} = \frac{p_s}{i} \quad (17.14)$$

-iar prin înlocuirea relației (17.14) în (17.13) va rezulta relația de reglare a lanțului cinematic:

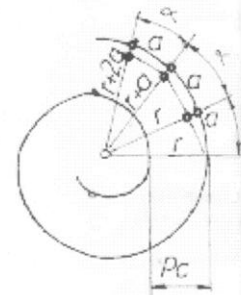


Fig. 17.7

$$\frac{k}{G_D} = P_d \quad (17.15)$$

unde p_d (pasul divizării) se va putea scrie sub formă de fracție ordinară, folosind apoi una din metodele de divizare prezentate anterior.

17.3. Desfășurarea lucrării

17.3.1. Frezarea danturii prin copiere cu freză disc-modul, folosind capul divizor

Pe o mașină de frezat universală FUS-22 se va monta capul divizor din dotarea mașinii-unele urmărind să prelucrăm o dantură dreaptă având:

nr. de dinți $Z=20 \div 60$

modulul $m=1,5 \div 4$ (mm)

reglarea capului divizor se va face conform relațiilor (17.1), (17.2) și (17.7)

- Ținând cont de mărimile caracteristice ale danturii pe care dorim să o prelucrăm se va alege scula (freza disc-modul) din tabelul I fig (17.9)



TABELUL I

Seria de 8 freze de la $m=0,8 \div 10$ [mm]								
Freza nr. z	1 12-13	2 14-16	3 17-20	4 21-25	5 26-34	6 35-57	7 55-134	8 >134
Seria de 15 freze de la $m=11 \div 75$ [mm]								
Freza nr. z	1 12	1" 13	2 14	2" 15-16	3 17-18	3" 19-20	4 21-22	4" 23-24
Freza nr. z	5 26-29	5" 30-34	6 35-41	6" 42-54	7 55-75	7" 90-134	> 8 > 134	

fig. 17.9

1) Se va calcula, în continuare diametrul semifabricatului cilindric (al viitoarei roți dințate) astfel:

$$d_d = m \cdot z \quad (17.16)$$

$$d_c = d + 2m \quad (17.17)$$

$$2) \quad d_i = d - (a+b) : (a=m, b=1,25m) \quad (17.18)$$

$$h = \frac{d_c - d_i}{2} \quad \text{înălțimea danturii (mm)} \quad (17.19)$$

Se va lua lățimea semifabricatului $B=(8 \div 15)$ mm

-regimul de așchiere recomandat:

viteza $v=30$ (m/min)

avansul $S=30$ (mm/min) longitudinal

17.3.2. Executarea unui canal elicoidal pe o piesă cilindrică (folosind cazul divizor)

- de data aceasta se va folosi mașina-unealtă (de frezat) tip FU-32 (UMC-Cugir), montând capul divizor universal C.D.U.-125 (din montarea mașinii) pe o piesă cilindrică de diametru

$$d=(15 \div 45) \text{ mm}$$

se va executa un canal elicoidal având pasul elicei $p_E=15 \div 40$ mm

-mişcările corelate se vor executa prin cuplarea avansului longitudinal automat al mașinii, cules prin intermediul transmisiei (de la masă) și transpus prin lira roților de schimb la capul divizor pe care este montat semifabricatul.

17.3.3. Frezarea profilului unei came (profil în spirală arhimedică), folosind dispozitivul de divizare-capul divizor

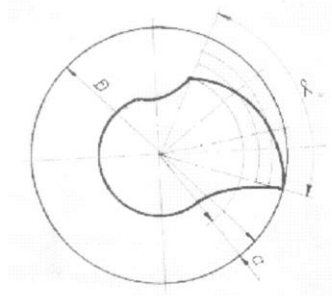


Fig.17.10

Cama propusă (fig.17.10) va avea dimensiunile principale, în jurul valorilor estimate:

$$D_{(mm)}=80\pm 120 \text{ (mm)}$$

$$d_{(mm)}=5\pm 10 \text{ (mm)}$$

$$\alpha^0=40\pm 90 \text{ (}^0\text{)}$$

-Se vor calcula parametrii de reglare a capului divizor, folosind relația (17.12.)

-Ca regim de așchiere (pentru un semifabricat de tip placă OLC-45) se recomandă valorile:

$$v=30\text{(m/min)} ; S=60 \text{ (mm/min)}$$

17.4. Analiza rezultatelor, observații și concluzii

- În cazul fiecărui tip de prelucrare (17.3.1); (17.3.2) și (17.3.3) se vor trage concluzii asupra preciziei prelucrării (prin măsurători)

- productivitatea prelucrărilor se va aprecia făcând normarea directă (prin cronometrare)

- pentru verificarea execuției unei came, aceasta se va putea monta la una din săniile strungului SARO-16/b, cu prilej verificând și proiectarea camelor (conform lucrării de laborator nr.18)

- studenții vor trece pe rând la efectuarea cel puțin a două tipuri de divizări (conform etapelor lucrării de față)

dar
mu
se
nr.
cu

din

și o

prel

de a

lanț

cine

nein

de o

cu di

dinți

(b) e
diferi

LUCRAREA Nr.18

18. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE A ROTILOR DINȚATE METODA GENERĂRII PRIN ROSTOGOLIRE-RULARE (CAZUL PRELUCRĂRII CU FREZA MODUL)

18.1 Obiectul lucrării

Lucrarea urmărește ca principal scop însușirea deprinderilor privind reglarea mașinii de danturat cu freză melc-modul, calculele anticipate precum și realizarea practică a uneia sau mai multor roți dințate cilindrice (în pachet) cu dinți drepți.

Se vor efectua totodată verificări de precizie la elementele geometrice ale roții dințate și se compară erorile date de această mașină cu cele induse de un cap divizor (vezi lucrarea nr.17) folosit ca accesoriu principal la fabricarea prin frezare de copiere a roților dințate cilindrice cu dinți drepți - metoda cu freză-disc sau deget-modul.

18.2 Noțiuni teoretice de bază

Principalele avantaje ale prelucrării prin frezare de generare cu freză-modul al roților dințate sunt :

- productivitatea ridicată
- prețul de cost relativ scăzut
- precizia de prelucrare bună (convenabilă la producția de serie)

Teoretic rostogolirea-rolarea se face materializând "angrenarea" dintre un melc (scula) și o roată dințată conjugată (piesa). În fig.18.1 se observă schema mișcării:

- (1) - rotația principală (a frezei melc)
- (2) - avansul circular (al roții care se prelucrează)
- (3) - avansul axial (al sculei)
- (4) - avansul radial (necesar reglării adâncimii de așchiere)

De la cursul de T.F.M. se cunoaște reglarea lanțurilor

cinematice ale mașinii de frezat dantură FD-500, neinsistând în acest cadru cu informații suplimentare.

Unghiul q° de înclinare al axei frezei melc față de orizontală are următoarele valori:

$q = w$ - la prelucrarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți

w - unghiul de înclinare al elicei frezei-melc

$\theta = \beta \pm \omega$ - la prelucrarea roților dințate cu

dinți înclinați (b fiind unghiul de înclinare al dinților roții care se prelucrează)

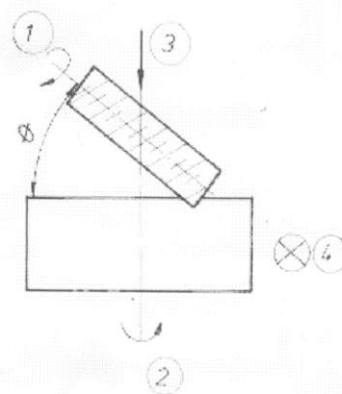


Fig 18.1

Semnul (+) se folosește atunci când sensul de înclinare al danturii roții ce se prelucrează (b) este identic cu cel al elicei-melc (w) iar semnul (-) atunci când sensurile de înclinare sunt diferite. Acest lucru este ilustrat sintetic în tabelul I (fig.18.2)

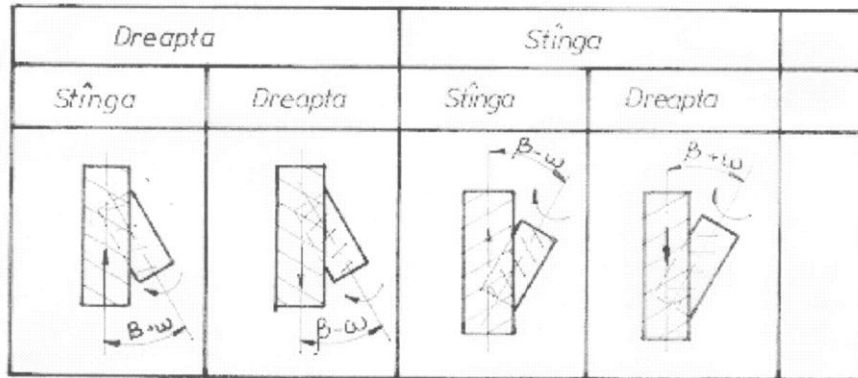


Fig. 18.2

În vederea reglării adâncimii de așchiere la prelucrarea danturii prin "metoda axială" este necesar a se defini mărimile (y_0) și (z_0) conform schemei din fig. 18.3

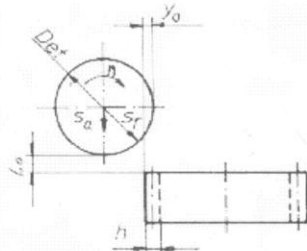


Fig. 18.3

-astfel, mărimea (y_0) se alege în funcție de modulul danturii (m), materialul piesei și de precizia danturii.

-mărimea (z_0) este necesară pentru a se evita șocul dintre sculă și piesă la angajarea sculei în așchiere

În cazul mașinii de frezat folosite (FD-500, U.M.

Cugir) se recomandă " z_0 " calculat conform relației:

$$z_0 \geq \sqrt{h(D_{ef} - h)} - D_e \quad (18.1)$$

-unde D_{ef} este diametrul exterior al frezei

La metoda radial-axială coordonatele (y_0) și (z_0) se iau aproximativ egale cu 2 mm.

În funcție de modul, diametru și adâncime (h) prelucrarea danturii se poate realiza din una sau mai multe treceri.

Mișcarea de avans axial, depinde de materialul ce se prelucurează, de felul prelucrării și numărul de dinți ai roții, de modulul danturii, etc.

În tabelul II (fig. 18.4) se găsesc valorile recomandate pentru avansul axial S_a (mm/rot semifabricat).

Mișcarea de avans circular este în corelație cu mișcarea principală din condiția rostogolirii fără alunecare. Astfel:

$$n_p = n_f \frac{q}{z} \quad (18.2)$$

unde : - n_f - este turația frezei
 - q - nr. de începuturi al frezei melc
 - n_p - turația piesei
 - z - nr. de dinți al roții dințate

În acest caz viteza de așchiere (la danturare) se poate calcula cu relația:

$$v = \frac{C_v m^a}{T^{m_1} S_a^{y_v}} \quad (18.3)$$

Valorile coeficientului C_v , al exponenților a , m_1 , y_v sunt date în tabelul III (fig. 18.5)

Materialul care se prelucrează	Felul prelucrării	Modulul m [mm]	Nr. de dinți ai roții dințate			
			25	40	70	120
			Avansul axial S_a mm/rot sf			
OLC 45	finisare	<2,0	0,4÷0,6	0,5÷0,8	0,6÷0,9	0,6÷0,9
		>2,5	0,6÷0,9	0,8÷1,0	1,0÷1,2	1,2÷1,4
OLC 60 40Cr10	degroșare	<4	3,0÷4,0	3,0÷4,0	3,0÷4,0	3,0÷4,0
		5	2,2÷3,0	2,3÷3,2	2,5÷3,5	2,5÷3,5
		6	1,5÷2,5	1,7÷2,7	1,8÷3,2	1,9÷2,2
		7	1,1÷2,2	1,2÷2,4	1,3÷2,5	1,4÷2,5
		8	0,7÷1,2	0,8÷1,4	0,9÷1,5	1,0÷1,6

Fig. 18.4

Materialul care se prelucrează	C_v	a	m_1	Y_v
OLC45; OLC60	285	-0,25	0,25	0,5
13CN35	195	-0,25	0,25	0,5
40Cr10	256	-0,25	0,25	0,5
Fontă	198	-0,25	0,2	0,3

Fig. 18.5

Felul prelucrării	Materialul ce se prelucrează	Durabilitatea sculei T [min]; pentru modulul m				
		≤4	4÷6	6÷8	8÷12	>12
degroșare	oțel	240	360	480	720	960
	fontă	480	720	960	1440	1920
finisare	oțel	240	240	240	360	540
	fontă	480	480	480	720	1080

Fig. 18.6

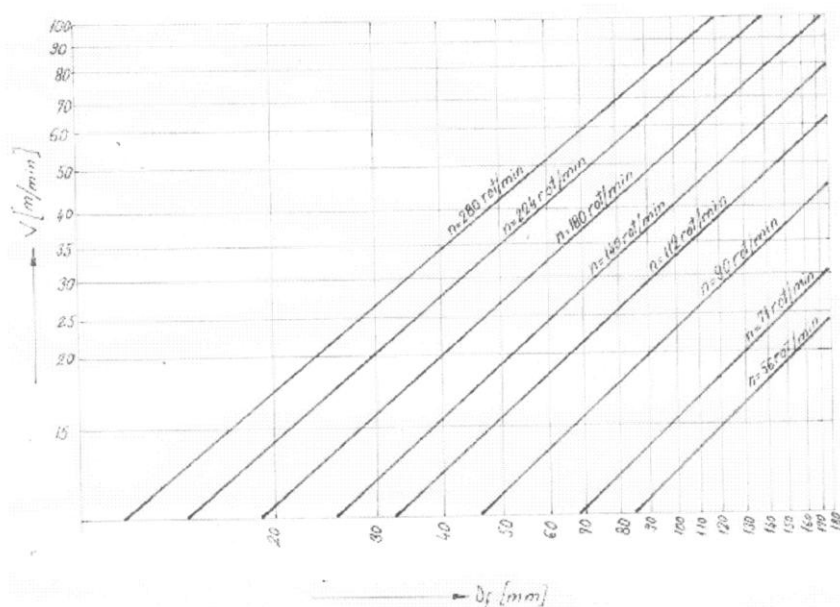
Pentru a putea avea o durabilitate constantă a frezei viteza de așchiere trebuie micșorată odată cu creșterea numărului de începuturi al frezei melc. Micșorarea se face cu 30% pentru freza melc cu două începuturi și cu 50% pentru freze melc cu trei începuturi.

18.3 Desfășurarea lucrării

Pe mașina de frezat dantură folosită FD-500 se va prelucra o dantură de modul $m_n=2-6$ mm, număr de dinți $z=16-50$, folosind metoda axială cu piesa executată din oțel (OLC45, OLC60, etc.) iar scula (freza-melc) din oțel rapid Rp3.

Se vor determina R_a început turația piesei (n_p) viteza de așchiere (v_a) precum și avansul axial S_a (mm/rot.s.f.) cu relațiile 18.2, 18.3 precum și folosind tabelele II, III, IV fig. 18.4, 18.5 și 18.6.

Tabelul V



n [rot/min]	56	71	90	112	140	180	224	280
A	20	23	27	30	34	37	41	44
B	44	41	37	34	30	27	23	20

Fig.18.7

Folosind nomograma turațiilor aflată pe mașină (tabelul V fig.18.7) se determină rapoartele cinematice A/B (roțile de schimb) pentru reglarea mișcării principale de rotație a frezei (se va utiliza cartea mașinii de frezat FD-500).

Se determină apoi roțile de schimb pentru reglarea lanțului cinematic de rostogolire, folosind relația 18.4

$$\frac{ac}{bd} = 24 \frac{q}{z} \quad (18.4)$$

Întrucât mașina de danturat este destinată producției de masă aceasta poate lucra în ciclu automat. În acest scop se procedează astfel :

- se deplasează sania port-sculă pe verticală fixând cota z_0 și mărimea totală a cursei de avans, reglând limitatoarele pentru avans axial la o distanță dată (pentru o singură bucată):

$$l = \sqrt{t(D_{ef} - t) + 1} \div 2 \quad (\text{mm}) \quad (18.5)$$

sau pentru mai multe bucăți:

$$l = \sqrt{t(D_{ef} - t) i + 1} \div 2 \quad (\text{mm}) \quad (18.6)$$

unde t este adâncimea de aşchiere iar I este numărul de bucăţi.

Se reglează distanţa dintre axa de rotaţie a piesei şi cea a sculei în două etape :

Etapa 1: reglare grosolană

- se va apăsa pe butonul corespunzător deplasării spre stânga a saniei port-sculă (vezi tabloul de comandă al maşinii)

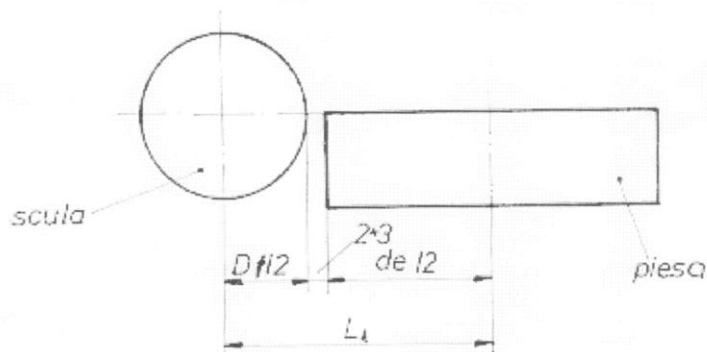


Fig.18.8

- se deplasează manual masa maşinii cu ajutorul unei chei cu gheare până ce piesa de prelucrat ocupă o poziţie ca în fig.18.8

Apăsând apoi pe butonul corespunzător deplasării spre dreapta a mesei port-sculă poziţia relativă a piesei faţă de sculă trebuie să fie ca în fig.18.9

Etapa 2: reglarea fină

- aceasta începe prin aducerea semifabricatului din nou în poziţia din fig.18.8

- se coboară freza melc și se aduce (cu ajutorul unei chei cu gheare) până când semifabricatul atinge scula repetând poziţia de zero a adâncimii de aşchiere.

Prin apăsarea butonului de pe tabloul de comandă se ridică scula de pe semifabricat apoi se deplasează semifabricatul spre sculă cu valoarea adâncimii de lucru a frezei.

În această poziţie se fixează piuliţa și contrapiuliţa de pe tija filetată, limitatoarele de cursă, citindu-se deplasarea semifabricatului pe scara gradată a saniei port-piesă.

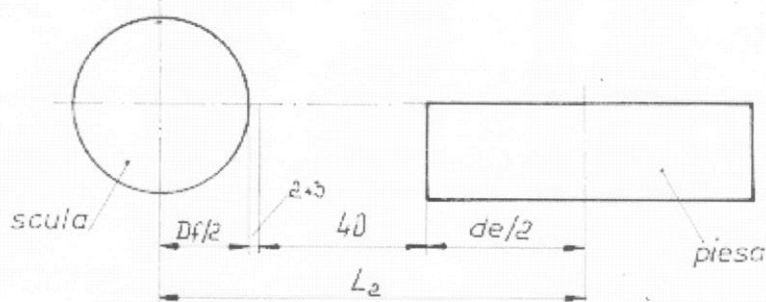


Fig.18.9

18.4 Prelucrarea rezultatelor, observații și concluzii

La orice reglare se va ține cont de instrucțiunile de funcționare pentru FD-500 din cartea mașinii.

În urma prelucrării danturii se vor măsura următoarele elemente:

- l_n lungimea peste n dinți cu relația:

$$l_n = m \cos \alpha^0 \left[(n - 0.5) \pi + z \cdot \operatorname{inv} \alpha^0 \right] \quad (18.7)$$

unde:

$$n = m \frac{\alpha^0}{180} + 0,5 \quad (18.8)$$

- S_d grosimea dintelui

$$S_d = m \cdot z \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2z}\right) \quad (18.9)$$

la sfârșit comparând datele obținute prin măsurarea cu toleranțele prevăzute în STAS se va aprecia clasa de precizie a danturii obținute cu freza melc-modul sau disc-modul (folosind dantura prelucrată la lucrarea precedentă, dantură prelucrată prin divizare intermitentă cu ajutorul capului divizor).

Se vor urmări:

- timpul consumat pentru reglarea mașinii și sculei (tp.i)
- precizia danturii obținută prin procedeul divizării continue (freza melc-modul) fie prin divizare intermitentă și prelucrare de copiere.
- productivitatea comparată a prelucrărilor
- calitatea suprafețelor și natura bavurilor rezultate în urma așchierii

LUCRAREA Nr.19

19. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE PE STRUNGURILE AUTOMATE

19.1 Generalități

Proiectarea proceselor tehnologice pe strungurile automate monoax cu cap revolver (tip SARO)

19.2 Proiectarea proceselor tehnologice pe strungurile automate monoax cu cap revolver (tip SARO)

19.2.1 Considerații teoretice de bază

Strungurile cu cap revolver, în general și în special cele din familia SARO (de tip producție românească), sunt destinate pentru prelucrarea din bară calibrată sau din semifabricate individuale a pieselor de formă mai complexă, care necesită un număr mare de faze, în special prelucrări interioare cu scule axiale (găuri, alezări, strunjiri interioare, filetări, etc.).

Aceste strunguri (din familia "SARO"), se caracterizează printr-un cap revolver în care se pot fixa mai multe portscule și un număr de 2÷5 sănii transversale (strungul SARO-16/b-are 5 sănii transversale).

Axa capului revolver poate fi orizontală și perpendiculară pe axa arborelui principal fie orizontală și paralelă cu arborele principal sau verticală. În cazul de față, axa capului revolver este orizontală și perpendiculară pe axa arborelui principal (sistem Bown-Sharpe).

19.2.2 Metodologia de proiectare a proceselor tehnologice

Constă în elaborarea planului de operații (principal document tehnologic), pentru reper dat.

Se are în vedere proiectarea ciclului de operații de funcționare automată a sistemului tehnologic. În vederea acestui scop se va respecta următorul traseu:

-stabilirea succesiunii fazelor să se facă în mod obișnuit (clasic) ca pentru orice proces tehnologic;

-după stabilirea acestei succesiuni (a fazelor) să se treacă la optimizarea lor (ca număr minim și ordine tehnologic-optimală)

-determinarea parametrilor regimurilor de așchiere (optimi) se va face analitic sau pe baze de tabele (conform tabelului I. fig.19.1)

-se vor determina o serie de parametri necesari reglării sistemului tehnologic fie proiectării și a realizării camelor. Acești parametri se vor calcula conform metodologiei prezentate în continuare:

Durata de lucru a fiecărui (i) scule, exprimată în număr de rotații ale axului principal (N_i). Astfel:

$$N_i = \frac{L_i}{S_i} \quad [\text{rot}] \quad (19.1)$$

unde: S_i [mm/rot]-avansul de lucru al sculei

L_i [mm] -cursa de lucru a aceleiași scule

Viteza de tăiere în m/minut

Operații	Oțel Extrmoale	Oțel moale 35 la 50 daN	Oțel semi- dur 60 la 70 daN	Oțel dur 80 la 90 daN	Alamă	Aluminiu
Strunjit longitudinal	80 la 100	50 la 60	40 la 45	25 la 35	150	150
Strunjit profilare	80 la 100	50 la 60	40 la 45	25 la 35	150	150
Găurire	40 la 60	35 la 45	20 la 35	15 la 25	120	120
Alezare	40 la 60	35 la 45	20 la 35	15 la 25	120	120
Strunjit transversal	40 la 60	35 la 45	20 la 35	15 la 25	120	120
Filetare	20 la 30	10 la 15	6 la 12	5 la 9	60	60
Avansul admis în mm/o rotație a arborelui principal						
Strunjire longitudinal	0,10/0,30	0,80/0,25	0,06/0,20	0,05/0,150	0,10/0,400	0,10/0,400
Frezare adâncă	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,20	0,05/0,150	0,10/0,400	0,10/0,400
Strunjire profilare	0,01/0,05	0,01/0,05	0,01/0,040	0,01/0,030	0,02/0,060	0,02/0,060
Strunjire transversal	0,03/0,08	0,02/0,06	0,02/0,060	0,01/0,050	0,05/0,100	0,05/0,100
Centruire	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,200	0,04/0,150	0,10/0,400	0,10/0,400
Găurire	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,200	0,04/0,150	0,10/0,400	0,10/0,400
Lezare	0,20/0,80	0,15/0,60	0,10/0,500	0,05/0,400	0,20/0,800	0,20/0,800
Raport de filetare	5	5	5	5	2,5	2,5

Fig 19.1

$$L_i = l_i + l^*$$

unde: l_i (mm)- lungimea suprafeței care se prelucurează cu o anumită sculă

l^* (mm)- distanța de siguranță necesară evitării ciocnirii sculei de piesă în mișcare a de

avans rapid

*Se poate lua $l=0,5+1$ [mm]

În cazul filetării cu avans vom avea:

$$N_i = \frac{L_i}{P} * u; N_i'' = \frac{L_i}{P} \quad (19.3)$$

P[mm]-pasul filetelui

N_i -nr. de rotații la cursa de filetare

N_i'' -nr. de rotații la retragerea sculei de filetat

u-raportul de reducere a turației de lucru (la filetare) față de turația la care se realizează retragerea sculei.

Durata aşchierii piesei (măsurată în număr de rotații ale axului principal) se determină cu relația:

$$N = \sum_{i=1}^{q_n} N_i \quad [\text{rot}] \quad (19.4)$$

în care: q_n - nr. scule care nu se suprapun în timpul prelucrării

Determinarea unghiurilor de pe camă corespunzătoare curselor de gol sau de lucru se face astfel:

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i^0 = D - \sum_{i=1}^a \beta_i^0 \quad (19.5)$$

unde: a-nr. mișcărilor de gol

α_i, β_i -diviziunile corespunzătoare curselor de lucru (respectiv de gol)

D-nr. de diviziuni în care se împarte periferia camei (D=360 diviziuni la strungurile de tip SARO)

q-nr. sculelor pe camă

În vederea determinării diviziunilor corespunzătoare mișcărilor de gol se estimează mai întâi timpul necesar prelucrării piesei cu ajutorul relației:

$$\tau = \frac{N}{n} * 60 + \sum_{i=1}^a \tau_{gi} \quad (19.6)$$

n (rot/min)-viteza de rotație a axului principal

τ_{gi} (secunde)-timp de gol

Se vor lua (pentru SARO 16/b) după cum urmează:

-desfacerea, avansarea și strângerea barei.....=0,5 [sec.]

-schimbarea sensului de rotație al arborelui principal.....=0,25 [sec.]

-rotirea turelei.....=0,5 [sec.]

-retragerea cuțitului de retezat.....=0,5 [sec.]

Pentru timpul calculat τ (conform relației (19.6)) se lucrează cu tabelul II. fig. 19.2).

Unghiurile (β_i) se pot determina cu ajutorul datelor din tabelul III. fig. 19.3., decise poate calcula

$$\left(\sum_{i=1}^a \beta_i \right)$$

Care sunt mișcările de gol (neproductive), pentru care trebuie stabilite unghiurile (β_i):

-rotire cu semifabricat (inclusiv desfacerea și strângerea barei)

-rotirea capului revolver

-inversarea cuțitului de retezat (sfârșit de ciclu) - [aici se recomandă unghiul constant de 12°]

Numărul total de rotații ale axului N_i , corespunzător timpului total de prelucrare a piesei (corespunzător unei rotiri cu 360° ale axului cu came), se determină cu relația:

$$N_i = \frac{360 * N}{\sum_{i=1}^q \alpha_i} \quad [\text{rot}] \quad (19.7)$$

unde $\sum_{i=1}^q \alpha_i^0$ se va calcula cu relația (19.15)

Timpul total necesar prelucrării piesei (recalculat pe baza tabelului II-unde se regăsesc și rotațiile de schimb) se exprimă astfel:

$$\tau_r = \frac{N_t * 60}{n} \quad [\text{sec}] \quad (19.8)$$

Timpul total astfel calculat τ_r , trebuie rotunjit la cea mai apropiată valoare τ_a găsită cu ajutorul tabelului II (fig. 19.2).

Dacă $\tau_a \neq \tau_r$, trebuie modificate datele precedente, astfel:

a) Dacă: $\tau_a \neq \tau_r$, atunci ar trebui să se mărească numărul gradelor neproductive pentru a se obține timpul τ_a .

b)

Se va proceda astfel:

TABEL II

Numărul de dinți al roților de schimb				Timpul în secunde	Numărul de dinți al roților de schimb				Timp în Secunde
A	B	C	D		A	B	C	D	
80	40	75	30	3	50	75	60	90	34
80	40	90	50	4	50	60	45	90	36
75	50	80	40	5	40	80	55	70	38
60	75	80	30	7	60	70	40	100	44
50	90	90	30	8	50	90	45	80	48
80	40	50	60	9	60	70	30	90	52
40	80	90	30	10	40	75	45	90	56
60	75	85	50	11	45	90	40	80	60
80	70	55	50	12	55	80	30	90	65
80	55	50	65	13	30	70	45	90	70
80	40	50	90	14	30	75	45	90	75
45	90	80	40	15	45	80	30	90	80
75	40	45	90	16	45	75	25	90	90
70	40	45	90	17	30	80	40	100	100
75	45	40	80	18	45	80	25	100	110
50	80	60	55	22	40	90	25	100	135
75	60	40	80	24	30	75	25	100	150
75	65	40	80	26	30	80	25	100	165
40	80	75	70	28	30	90	25	100	180
50	80	60	75	30	24	80	25	100	200
75	60	30	80	32					

Viteza rapidă

constantă=10 rot/min

Arbore cu came

FIG. 19.2.

va re:

pentru
(nepr

TABEL III

Timpul de lucru în secunde	Grade necesare pentru : 1. rotație a turației și alimentare:			
	Sfârșitul urcării și începutul urcării următoare pe aceeași rază și alimentare	Raza sfârșitului urcării mai mare ca raza începutului urcării următoare		
		Pentru raza de început urcare de:		
		70-92,5	55-70	40-55
3	68	68	68	68
4	53	53	53	53
5	44	44	44	38
6	38	38	38	34
7	34	34	34	31
8	31	31	31	28
9	28	28	28	26
10	26	26	26	23
11	23	23	23	21
12	21	21	21	20
13	20	20	20	19
14	19	19	19	18
15	18	18	18	17
16	17	17	17	16
17	16	16	16	15
18	15	15	15	15
20	14	14	14	15
22	14	14	14	15
24	13	13	13	15
26	12	12	12	15
28	12	12	12	15
30	11	11	12	15
32	11	11	12	15
34 la 38	10	11	12	15
40 la 48	9	11	12	15
52 la 70	8	11	12	15
75 la 110	7	11	12	15
120 la 200	6	11	12	15

Fig.19.3.

-deoarece timpul productiv (de bază) τ_b este mereu constant:

$$\tau_b = \frac{N_t * 60}{n} \quad [\text{sec}] \quad (19.9.)$$

va rezulta că timpul de gol total va fi:

$$\tau_{gt} = \tau_a - \tau_b$$

pentru a transforma acest timp neproductiv în numărul neproductiv în număr total de grade (neproductive), se va utiliza relația:

$$\left[\begin{array}{c} a \\ S \\ i=1 \end{array} \right] \beta_i = \frac{\tau_{gt} * 360}{\tau_a} \quad (19.11)$$

întrucât inițial am avut $\sum_{i=1}^a \beta_i^0$ rezultă că diferența suplimentară de grade neproductive $\Delta\beta_i$ va fi:

$$\Delta\beta_i = \left[\begin{array}{c} a \\ S \\ Si=1 \end{array} \right] \beta_i - \sum_{i=1}^a \beta_i \quad (19.12)$$

această (relația 19.12), trebuie repartizată în mod corespunzător la valorile inițiale ale unghiurilor neproductive.

b) Dacă $\tau_a < \tau_r$, atunci trebuie mărită productivitatea (adică unul din parametri: -avansul sau avansurile de lucru)

-întrucât numărul de grade neproductive trebuie să rămână aceleași (nemicșorate), adică $\sum_{i=1}^a \beta_i$, rezultă total reproductiv τ_{gt} va fi:

$$\tau_{gt} = \frac{\sum_{i=1}^a \beta_i * \tau_a}{360} \quad (19.13)$$

astfel timpul de bază recalculat va deveni:

$$\tau_{bl} = \tau_a - \tau_{gt} \quad (19.14)$$

la acest timp va corespunde un număr de rotații recalculat (N_r) ale arborelui principal

$$N_r = \frac{\tau_{br} * n}{60} \quad (19.15)$$

întrucât inițial se calculează un număr N de ture, rezultă că diferența de ture:

$$\Delta N = N - N_r \quad \text{trebuie eliminată.}$$

Această eliminare se poate face scăzând ΔN din numărul N_i de ture corespunzătoare unei singure faze, sau scăzând ΔN din numerele N_i de ture corespunzătoare mai multor faze. Această modificare, evident, atrage după sine și schimbarea avansului conform relației (19.1)

$$N_i = \frac{L_i}{S_i} \text{ [rot]}$$

-cunoscându-se unghiurile β_i se poate determina suma $\sum_{i=1}^a \alpha_i^0$

-unghiurile α_i corespunzătoare curselor de lucru se pot determina acum folosind relația:

$$\alpha_i = \frac{N_i \left(D - \sum_{i=1}^a \beta_i \right)}{N} \quad (19.16)$$

unde: N_i , N (sau N_r), β_i au valorile definitive (conform celor două cazuri)

Referitor la proiectarea camelor, razele de început R_i și la sfârșit R_s de cursă pe camă, se calculează astfel:

$$R_{si} = R_{ii} + h \quad (19.17)$$

unde $h = L_i - u_i$ (19.18)

în care: indicele "i" se referă la faza "i"

u_i -unde raportul brațelor pârghiei de transmitere a mișcărilor de la camă la sanie (se ia în mod obișnuit $u_i=1$)

Razele de început și sfârșit de cursă se pot determina cunoscându-se dimensiunile ansamblurilor sculă-portsculă, precum și cunoscând schema de prelucrare, după care capul revolver este la distanța cea mai mică față de fata frontală axului.

Considerând că pentru faza "K", capul revolver este poziția cea mai apropiată față de ax (conform fig. 19.4.), va rezulta că raza de sfârșit a camei pentru fază va fi minimă, deci:

$$R_{Sk}=R_{\max} \quad (19.19)$$

R_{\max} -constantă a mașinii (diametrul semifabricatului-disc necesar confecționării camei) rezultă deci imediat:

$$R_{ik}=R_{Sk}-h_k \quad (19.20)$$

Pentru celelalte faze, razele de sfârșit și de început de cursă se determină astfel:

$$\begin{aligned} R_{Sk+1} &= R_{Sk} - (D_{k+1} - D_k) \\ R_{ik+1} &= R_{Sk+1} - h_{k+1} \end{aligned} \quad (19.21)$$

relațiile (19.21.) se referă la faza imediat următoare lui "K", adică "K+1", fiind valabile și celelalte.

Valorile obținute se trec în rubrica "Raza camei" din planul de operații (vezi fig. 19.8.)

Construcția camei:

Așa cum se vede din fig. 19.5., curba de profilare a porțiunii de urcare pe camă corespunzătoare avansului tehnologic, aceasta trebuie să fie o spirală (arhimedică).

În fig. 19.6. se observă porțiunile de urcare și coborâre rapidă ale camelor. Acestea se construiesc după șabloanele mașinii după metodologia prezentată (anterior) se pot construi atât cama capului revolver cât și camele care comandă celelalte sănii.

În fig. 19.7., tabelar se dau date suplimentare legate (necesar) de proiectarea camelor (specifice strungului automat SARO 16/b).

LUCRAREA Nr.20

20. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE PRIN TASARE INTERIOARĂ A SUPRAFETELOR CILINDRICE

20.1 Obiectul lucrării

Lucrarea își propune însușirea de către studenți a procedului de tasare interioară a suprafețelor, cu avantajele și specificul acestei metode aplicate din ce în ce mai des în industria constructoare de mașini.

20.2 Noțiuni teoretice de bază

Prelucrarea prin tasare a alezajelor cilindrice este un procedeu de prelucrare neconvențională care asigură o precizie în clasa 5-6 ISO precum și o rugozitate de 0.8-0.6 mm (criteriul R_a). În afară de cele menționate se obține și o durificare a stratului superficial cu 30-50% rezultat ce nu se poate obține pentru suprafețe interioare prin alte procedee de prelucrare.

În fig.20.1 se observă trecerea unei scule cu diametrul d_2 mai mare ca diametrul alezajului d_1 (de prelucrat) procedeu constituind însăși prelucrarea prin tasare.

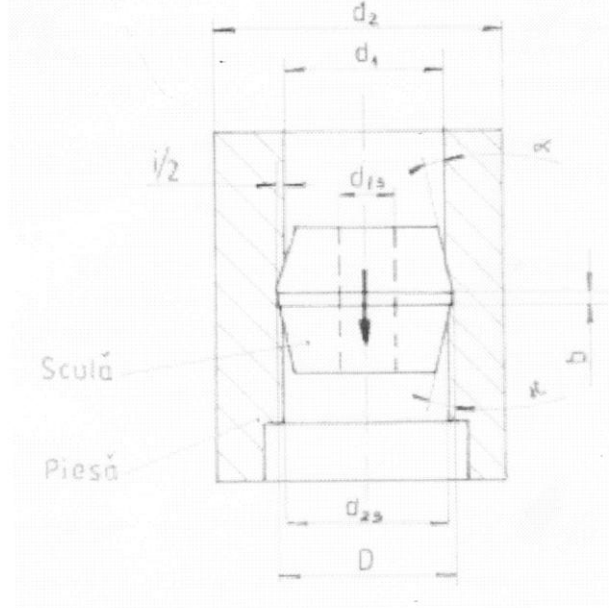


Fig 20.1

În timpul trecerii sculei piesa (bucșa) se deformează elastic și plastic având loc o compresie radială, întindere circulară și compresiune axială.

După trecerea sculei are loc o revenire elastică a materialului piesei și vom obține un alezaj cu diametrul D mai mare ca diametrul inițial d_1 dar mai mic ca diametrul sculei d_2 . Diametrul alezajului se mărește cu valoarea deformației remanente diametrale. Astfel :

$$D = d_1 + D \quad (20.1)$$

$$D = 2d_{r1} \quad (20.2)$$

Valoarea deformației remanente (d_{r1}) depinde de dimensiunile piesei și sculei, de materialul lor și de strângerea aleasă I:

$$i = d_2 - d_1 \quad (20.3)$$

Strângerea I trebuie aleasă în așa fel încât să se obțină o deformație remanentă dorită. Deformația remanentă radială se poate calcula cu ajutorul unor formule stabilite pe baza principiului teoriei autofretajului (Teodorescu Al-⁴ "Prelucrarea de precizie prin deformare plastică a alezajelor cilindrice" - editura Tehnică-București, 1963). Pentru a stabili valoarea strângerii I este nevoie și de câteva încercări pe piese de probă - formulele ducând uneori la erori fiind stabilite pe baza unor ipoteze simplificatoare.

În literatura de specialitate se recomandă pentru strângerea relativă ($d = i/d_1$) în funcție de material și raportul (d_2/d_1).

Instalația folosită: cu dispozitivul de tasare (fig.20.2) se pot prelucra alezaje cu diametrul F30 mm. Dornul principal (1) este dotat cu o garnitură de trei inele de tasare (2) interschimbabile din oțel rapid Rp4.

Aceste inele sunt codificate cu : A, B, C. Inelele :

A $k = 8^\circ$; $a = 5^\circ$; $b = 1.87$ mm;

B $k = 5^\circ$; $a = 4^\circ$; $b = 2.30$ mm;

C $k = 3^\circ$; $a = 3^\circ$; $b = 4.00$ mm;

Desenele de execuție ale acestor inele se găsesc pe formate A4 la sfârșitul lucrării (desenele nr. 1983-01-05-06-07).

La prelucrarea materialelor cu tenacitate mare se folosesc unghiuri de atac (k) mari iar la cele cu tenacitate scăzută se folosesc unghiuri de atac mai mici.

Așa cum se poate observa diametrul inelelor pe centura cilindrică este $d_{2m} = 30$ mm

La prelucrarea oțelului se pot folosi strângeri de $i = 0.08-0.12$ mm

La prelucrarea aliajelor de aluminiu $i = 0.1-0.2$ mm

Piesa de prelucrat din aluminiu este prezentată în fig.20.3. Ea trebuie să aibă dimensiunile prescrise încât diametrul (d_1) se alege după strângerea (I). Aliajul inițial se poate obține prin strunjire sau orice procedeu care asigură o precizie de cel puțin treapta 9 ISO, respectiv o rugozitate $R_a = 6.3-12.5$ mm.

20.3. Desfășurarea lucrării

Tasarea se face în modul următor :

- se ia o piesă executată conform fig.20.3 și se unge bine alezajul d_1 cu ulei de ricin sau alt lubrifiant rezistent la presiuni de contact de ordinul $p = 25-30$ daN/mm² (pentru a nu se rupe filmul de lubrifiant)

Ungerea este absolut necesară pentru a micșora frecarea dintre piesă și sculă, evita microsudurile locale, antrenarea unor particule metalice de către sculă (ceea ce ar duce la slaba calitate a suprafeței). Menționăm că se poate unge și suprafața activă a inelului de tasare. Totodată în loc de uleiul de ricin se pot folosi și uleiuri minerale M20... etc.

Piesa (3) se așază pe placa inferioară pe bucașa de centrare (4) și se pornește presa hidraulică din laborator. Coloana stângă (din față) a presei este marcată cu o linie roșie astfel încât dacă placa culisantă a presei ajunge până la această linie, presa trebuie oprită imediat urmând să se ridice placa mobilă (5).

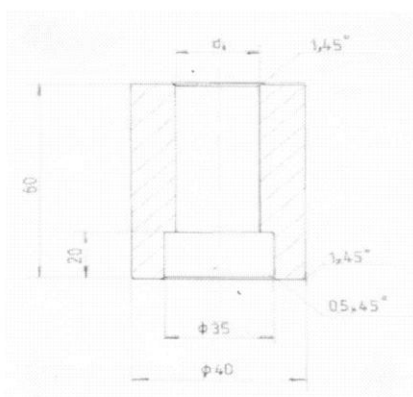


Fig.20.3

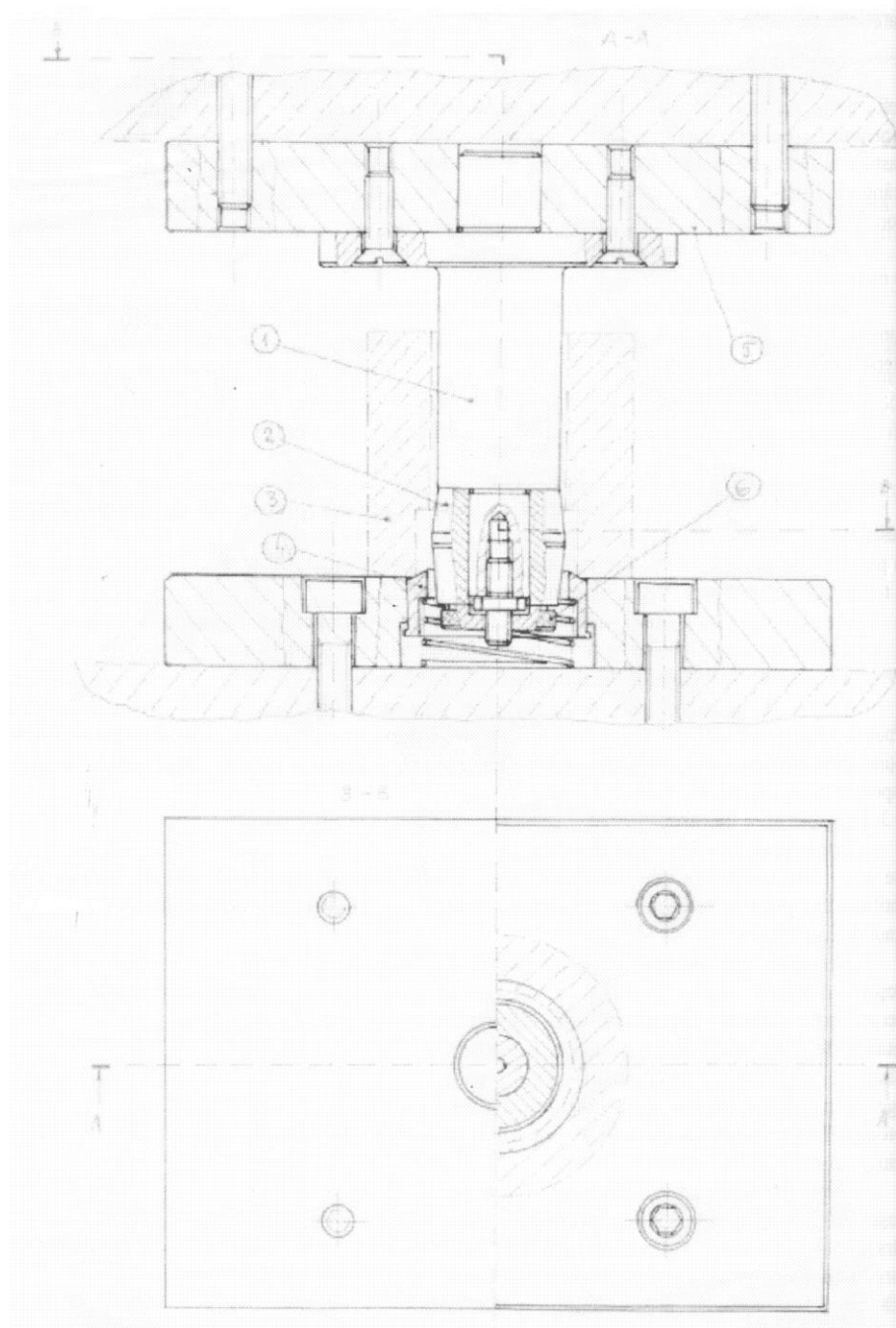


Fig. 20.2.

să :

eler
tabe

Nr
Cr
1
....

baza

Se desface piulița (6) astfel încât piesa, împreună cu inelul de tasare să se desprindă, și să se scoată.

20.4. Prelucrarea rezultatelor, observații, concluzii

În urma efectuării mai multor experiențe de tasare piesa (3) se secționează, se măsoară elementele geometrice (cotele), rugozitățile și duritățile (înainte/ulterior) apoi se trec datele în tabelul I (fig.20.4).

Tabelul I

Nr Crt	d_1 [mm]	i	D [mm]	R_a [mm]		Clasa de precizie ISO		Duritatea HB		Obs
				inițial	obținut	inițial	obținut	inițial	obținut	
1										
....										

Fig.20.4

Observațiile privitoare la rezultatul tasării alezajelor scurte conform fig.20.3 se fac pe baza măsurătorilor cu calibrul pentru alezaje $\phi 30_{-0.080}^{+0.020}$ prezentat în fig.20.5. (1983-05-00).

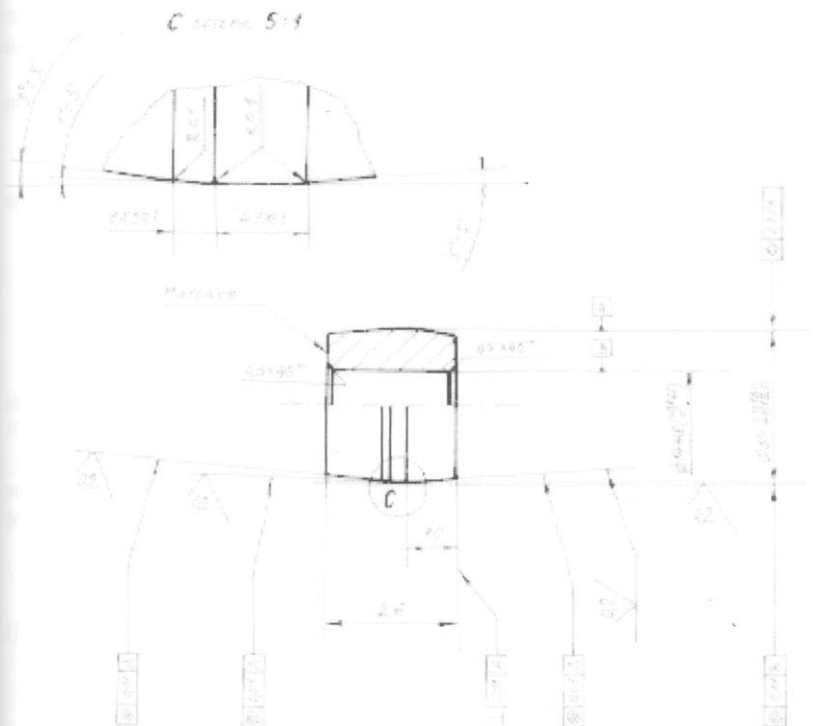


Fig.20.5

LUCRAREA Nr.21

21 TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII PRIN EROZIUNE CU FASCICULE DE ELECTRONI (CUNOAȘTERE GENERALĂ)

21.1. Obiectul lucrării

Așa cum se cunoaște din tehnologia construcției de mașini, prelucrările clasice nu pot asigura îmbinarea unor materiale incompatibile din punct de vedere al sudabilității lor, fie tăierea, debitarea ori “croirea” unor diverse forme în plăci din materiale dure sau extradure, decât folosind fie metode clasice de îndepărtare de material cu ajutorul flăcării oxiacetilenice sau folosirea în tehnologiile electro-erozive a tăierii cu fir.

Un alt impediment în toate aceste tipuri de prelucrări îl constituie grosimea stratului de material influențat termic.

În figura 21.1 se poate vedea gradul de pătrundere, respectiv adâncimea zonei influențate termic, în funcție de natura diverselor prelucrări.

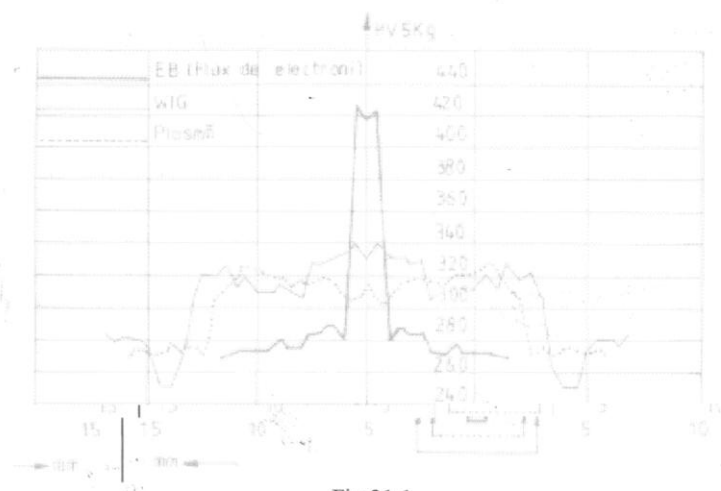


Fig.21.1

Așa cum rezultă, se poate vedea o grosime minimă de pătrundere a influenței procedului de prelucrare în cazul prelucrării cu flux de electroni.

Schema de principiu a prelucrării cu fascicule de electroni se poate vedea în figura 21.2.

Construcția tipică a unei instalații de prelucrare prin eroziune cu fascicule de electroni este prezentată în figura 21.3.

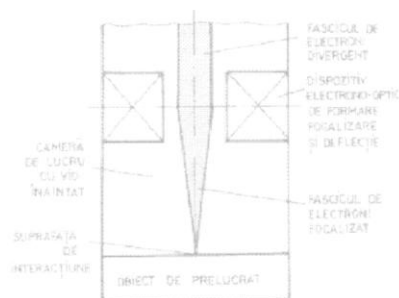


Fig.21.2

cin
pre
acc
mai
ale
ene
und

abso
 10^{-2}
micro
pelici

Univ

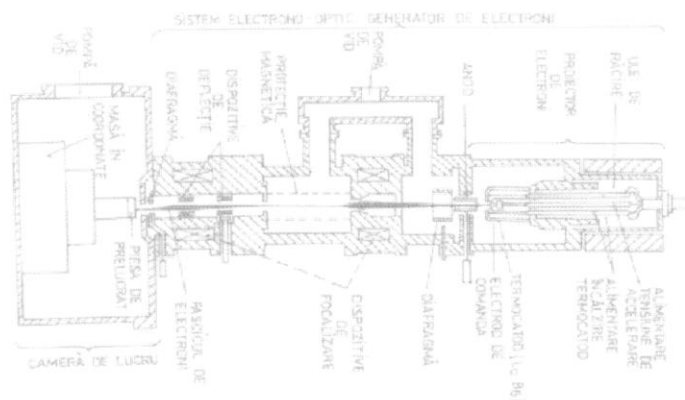


Fig.21.3

21.2. Noțiuni teoretice de bază

Principiul de bază la prelucrarea cu flux de electroni constă în transformarea energiei cinemateice a electronilor în energie calorică, prin frânarea acestora pe suprafața piesei de prelucrat. În acest scop se folosesc fascicule de electroni cu densitate și energii cinetice ridicate accelerați și focalizați pe suprafața piesei de prelucrat, care se găsește într-un spațiu vidat.

Dezvoltarea actuală a prelucrărilor cu flux de electroni se datorează nevoilor deosebite, mai ales în tehnica nucleară, în construcții aeronautice (rachete) precum și în domeniul de vârf ale construcției de mașini.

Electronii emiși străbat o diferență de potențial (v) și preiau de la câmpul electric o energie cinetică dată de relația:

$$n \cdot e \cdot V = n \cdot \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (21.1)$$

unde :

- n este numărul de electroni
- e este sarcina electronului (în C)
- m este masa unui electron (kg)
- v este viteza electronilor (m/s)

Electronii accelerați pătrund în suprafața piesei de prelucrat iar energia lor cinetică este absorbită și materialul se încălzește până la vaporizare. Diametrul petei focale este de ordinul $10^{-2} - 10^{-3}$ mm.

Procedeele de prelucrare cu flux de electroni se utilizează la: microgauriri, microfrezări, microsuduri, trasări de contururi, tratamente termice locale, debitări, acoperiri și depuneri de pelicule foarte fine etc.

21.3. Desfășurarea lucrării

Schema bloc a instalației de prelucrare cu fascicul de electroni aflată în dotarea Universității este prezentată în figura 21.4.

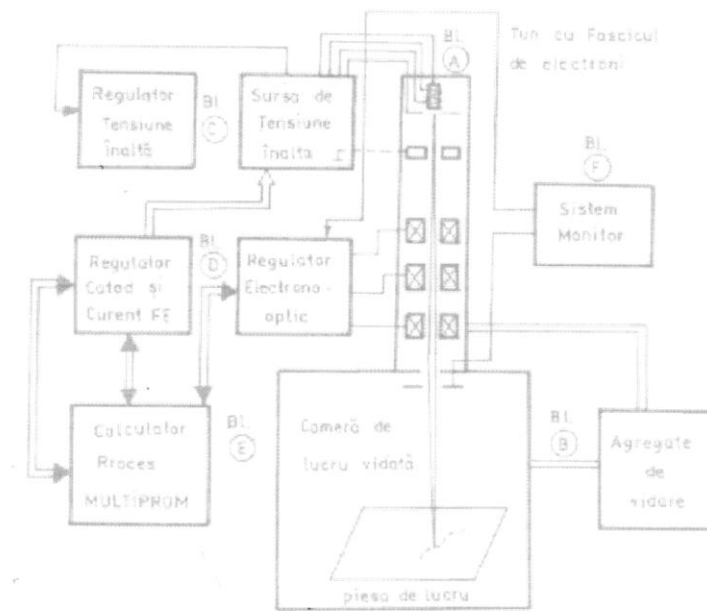


fig.21.4

Ea cuprinde:

- tunul cu fascicul de electroni alimentat de la o sursă de înaltă tensiune reglată și filtrată la o valoare constantă.
- regulatorul de catod
- regulatorul curentului fasciculului de electroni
- sistem de monitorizare
- agregat de vidare
- calculator de proces pentru comandă și supervizare

În cadrul lucrării se vor urmări și nota parametrii regimului de prelucrare; valoare tensiune, curent, nivelul vidului în camerele de vidare, orientarea a unor piese în vederea îmbinării lor, focalizarea fasciculelor precum și efectuarea unui cordon de sudură.

De asemenea se va urmări pe sistemul monitorizat desfășurarea procesului tehnologic în interiorul camerei de lucru vidate.

LUCRAREA Nr. 22

22. PRELUCRĂRI NECONVENȚIONALE. PRELUCRAREA PRIN ELECTROEROZIUNE A METALELOR

22. Obiectul lucrării

Se știe încă de la tehnologia clasică de prelucrare dificultățile impuse de anumite materiale cum ar fi: oțelurile refractare, manganoase, inoxidabile, aliajele dure și extradure etc. a căror prelucrare prin procedeele cunoscute este dificilă iar uneori imposibilă. Aceste inconveniente au dus la apariția metodelor de prelucrare neconvenționale, îndeosebi cele electrice, printre care un rol important îl joacă electroeroziunea.

Lucrarea își propune ca scop familiarizarea acestei metode în practica de laborator și uzinală prin prezentarea principiului de lucru și a determinării unor parametrii caracteristici acestui gen de prelucrări.

22.2 Noțiuni teoretice de bază

La orice descărcare electrică dintre un electrod (scula) și piesă (obiectul prelucrării) se produce o îndepărtare a unui adaos de prelucrare într-un mediu dielectric dintre sculă și piesă (formarea unei multitudini de cratere de eroziune) fig.22.1.

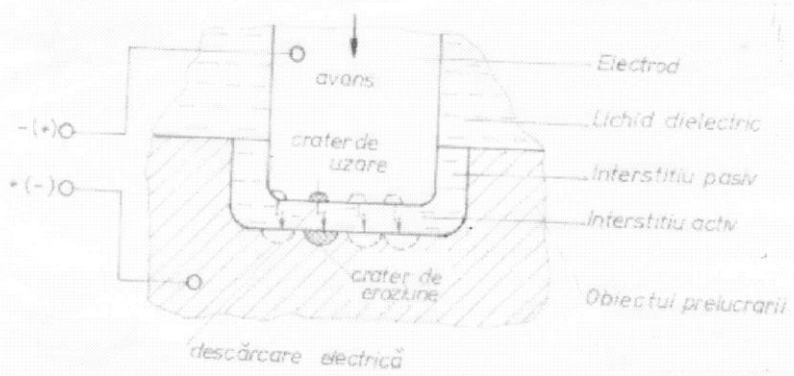


Fig.22.1

Energia electrică a descărcărilor este de concentrație foarte înaltă transformându-se în energie calorică și mecanică cu o densitate de aprox. $30.000 \text{ (J/mm}^2\text{)}$ și putere de ordinul $10^2 \text{ (kW/mm}^2\text{)}$.

Principiul metodei este cunoscut de la cursul de T.C.M. astfel:

- energia electrică poate fi descărcată la suprafața de prelucrat prin canalul descărcării ionizat fie prin contactul între microasperitățile electrozilor piesă-sculă deplasați relativ unul față de altul.

- sursa de energie este generatorul de scânteie (de relaxare)

- schema principală este prezentată în fig.22.2

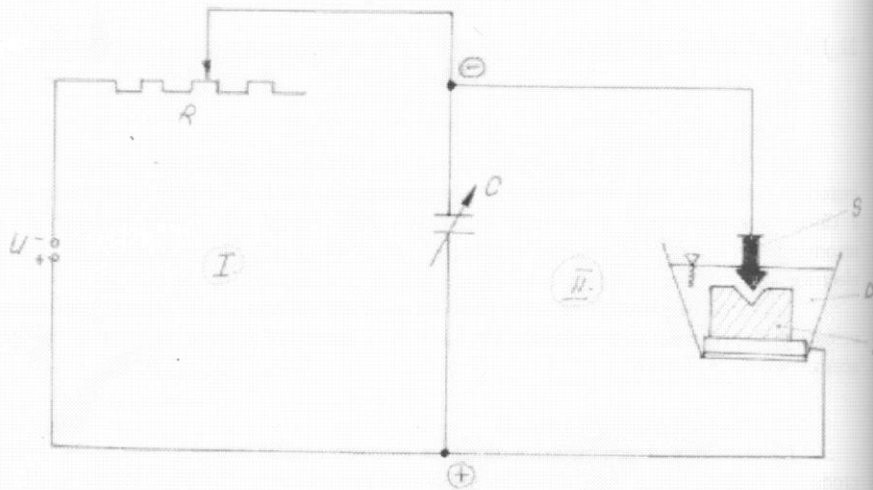


Fig.22.2

în care :

I - este circuitul de încărcare ce conține :

- R rezistența (reostat reglabil)
- C condensatorul (variabil-reglabil)
- U sursa de energie electrică

II - este circuitul de descărcare

- C condensator ca la I
- S electrodul sculă
- P electrodul piesă

D - este dielectricul (lichid dielectric)

Condensatorul C se încarcă de la sursa de curent prin rezistența R atâta timp cât tensiunea de la bornele lui va fi inferioară celei corespunzătoare tensiunii de străpungere dintre electrozii P (piesă) și S (sculă). Din momentul în care tensiunea dintre bornele condensatorului este mai mare decât cea dintre electrozi atunci are loc descărcarea electrică și odată cu aceasta începe procesul de prelevare a materialului din zona de lucru.

Fenomenele ce cauzează această prelevare de material sunt :

- încălzirea până la topire sau evaporare-sublimare a unor foarte mici porțiuni din piesă ca urmare a descărcării electrice și a efectului Joule.
- îndepărtarea materialului topit prin evaporare, prin formarea și acțiunea undei de șoc în mediul dielectric sau prin mișcarea mecanică a electrozilor (avans și retragere rapidă în caz de scurt-circuit).

Electroeroziunea folosește drept generator de energie un generator de impulsuri (de relaxare) dând câțiva parametri importanți de evidențiat în acest tip de prelucrări după cum urmează :

- debitul de material erodat Q - este raportul dintre volumul de metal prelevat din piesa de prelucrat $\Delta V_{(+)}$ și timpul t cât a durat prelucrarea

$$Q = \frac{\Delta V_{(+)}}{t} \quad (\text{mm}^3/\text{min}) \quad (22.1)$$

ace
pro
ob
ob
deta
ace
elec
de l

(Univ
preze

(electro

acesta este direct proporțional cu C capacitatea condensatorului (din circuitul de relaxare) și proporțional cu pătratul tensiunii (U) la bornele sursei de curent, deci :

$$Q = \frac{CU^2}{2} \quad (22.2)$$

- uzura electrodului sculă U_z care se exprimă ca fiind raportul dintre volumul de metal detașat de electrodul sculă $DV_{(-)}$ și volumul detașat din piesa de prelucrat $DV_{(+)}$:

$$U_z = \frac{\Delta V_{(-)}}{\Delta V_{(+)}} 100 \quad (\%) \quad (22.3)$$

această uzură depinde de: materialul folosit pentru executarea electrodului-sculă (cupru electrolitic, cupru-grafitat, grafit, fontă, etc.), și de generatorul de impulsuri folosit, de regimul de lucru, etc.

- precizia de prelucrare depinde de mai mulți factori dintre care cei mai importanți sunt:
 - parametrii electrici ai regimului de lucru
 - sistemul de reglare al interstițiului
 - precizia de execuție a mașinii
 - precizia de execuție a electrodului-sculă
 - precizia dispozitivelor de fixare și avans
 - caracteristicile dielectricului folosit

22.3. Desfășurarea lucrării

Mașina de prelucrat prin electroeroziune poate fi cea din laborator ELER-SM-35 (Univ. Brașov) sau ELER-01 (Electrotimiș Timișoara) din atelierul mecanic. Schema este prezentată în fig.22.3

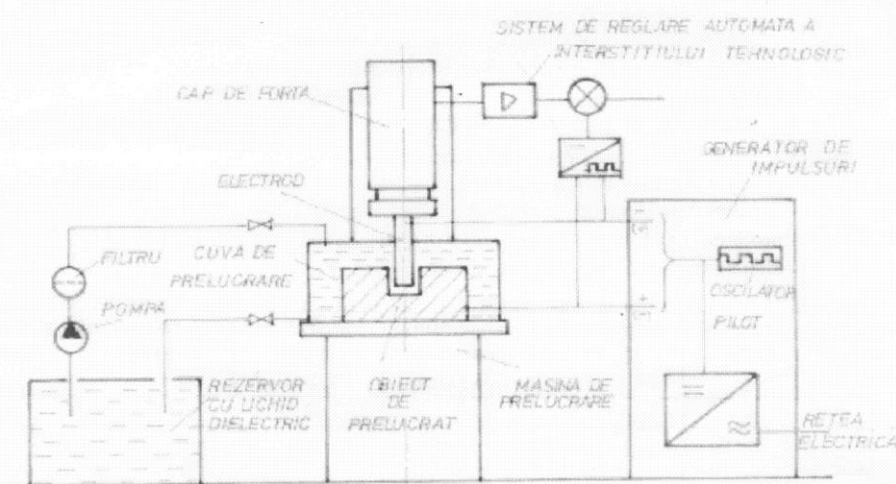


Fig.22.3

Pe această mașină se vor prelucra un locaș cilindric folosind un electrod din cupru (electrolitic) având dimensiunile propuse (fig.22.4)

Desfășurarea lucrării de laborator va avea următoarea ordine:

- cunoașterea mașinii, a părților componente, a mișcărilor și a posibilităților de reglare

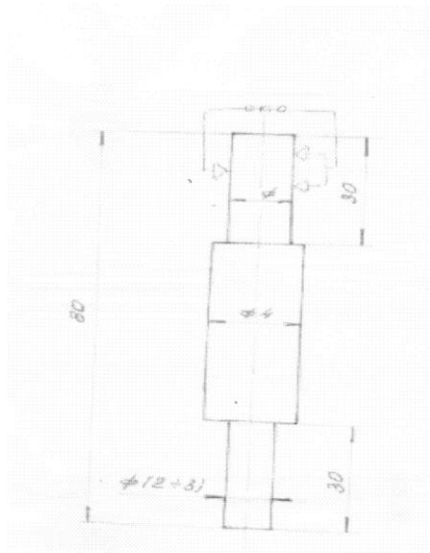


Fig.22.4

22.4 Prelucrarea rezultatelor

- valorile indicațiilor precum și cele măsurate sau determinate în timpul prelucrării se vor centraliza în tabelul I (fig.22.5)

- folosind relația 22.1 se va calcula productivitatea Q exprimată prin debitul de material prelucrat $DV_{(+)}$ (mm^3) și timpul de prelucrare t (secunde).

- uzura electrodului-sculă (U_z) se va calcula folosind relația 22.3

- precizia dimensională realizată se va obține prin măsurători de precizie

22.5 Observații și concluzii

Se analizează în profunzime desfășurarea procesului de electroeroziune. Se trag concluzii privitoare la:

- precizia dimensională și calitativă
- consumul de electrod
- productivitatea prelucrării
- eficiența aplicării metodei prezentate

tabelul I

Nr. crt.	Tensiunea U [V]	Intensitatea I [A]	Diametrul electrodului sculă D_s [mm]	Diametrul prelucrat D_p [mm]	Eroarea de prelucrare Δp [mm]	Material piesă
0	1	2	3	4	5	6

Material sculă	Volum detașat din piesă ΔV_{+} [mm^3]	Volum detașat din electr. sculă ΔV_{-} [mm^3]	Timpul de prelucrare t [s]	Productivitatea - Q [mm^3/sec]	Uzura sculei U_z [%]	Observații
7	8	9	10	11	12	13

Fig.22.5

-se va măsura (și nota) diametrul electrodului-sculă utilizat

-se stabilesc parametrii regimului de lucru

-se montează piesa în dispozitivul de prindere iar electrodul sculă în arborele principal al mașinii

-se reglează poziția corespunzătoare dintre piesa de prelucrat și electrodul -sculă

-se pornește instalația pentru introducerea dielectricului în cuva de prelucrare

-se pornește mașina se notează valoarea tensiunii și curentului de lucru și se cronometrează timpul necesar prelucrării

-la terminarea prelucrării se oprește mașina, se golește dielectricul din cuvă (cu instalația de golire-pompare), apoi se scoate piesa de prelucrat și se măsoară cu exactitate diametrul orificiului prelucrat.

-în final se măsoară diametrul electrodului-sculă

sem
înto
opefabr
de b

simp

oper

moni

coml

mont

redu:

de pi

reduc

supra

tehn

simbo

respec

Repre

avanta

conve

LUCRAREA Nr. 23

23. NOTIUNI PRIVIND PROIECTAREA TEHNOLOGIEI ȘI A SCHEMELOR DE MONTAJ

23.1. Obiectul lucrării

Lucrarea are ca scop cunoașterea unor principii de bază ale organizării montajului, semnelor convenționale cu care se întocmesc schemele de montaj, și de asemenea modul de întocmire a acestora. Se va exemplifica modul de întocmire a unei scheme de montaj, în care operațiile de asamblare sunt reprezentate cu simboluri.

23.2. Noțiuni teoretice de bază

Organizarea tehnologică a montajului, la fel ca cea a oricărui proces tehnologic de fabricație din industria constructoare de mașini, rezultă din îmbinarea aplicării a două principii de baza: diviziunea și conceperea operațiilor.

Prin diviziune se urmărește descompunerea operațiilor tehnologice complexe în operații simple.

Prin concentrare se ține să se organizeze execuția simultană a cât mai multor astfel de operații simple, pe locuri de muncă situate cât mai aproape unul de altul.

În cazul montajului diviziunea operațiilor se realizează prin fracționarea procesului de montaj în operații simple, care pot fi operații de asamblare, control, ajustare-reglaj sau combinații ale acestora. Nivelul de diviziune a operațiilor, realizat în cadrul unui proces de montaj, dă o indicație asupra nivelului de raționalizare a muncii, în sensul că un nivel relativ redus de diviziune a procesului indică în general o tehnologie sumar elaborată, cu nivel redus de productivitate a operațiilor de asamblare. Concentrarea operațiilor de montaj conduce la reducerea timpului necesar manipulărilor, precum și la creșterea productivității prin suprapunerea în timp a execuției unor operații.

Aplicarea judicioasă a diviziunii și concentrării operațiilor stă la baza elaborării tehnologiei de montaj.

Clasificarea și prezentarea funcțiunilor de montaj












În cazul proiectării unei tehnologii de montaj, forma cea mai utilizată este cu ajutorul simbolurilor. Simbolurile adoptate sunt ușor de reținut, redând în esență imaginea funcțiunii respective.

Reprezentarea prin simboluri a funcțiunilor (operațiilor) unui sistem de montaj are numeroase avantaje, în primul rând prin optimizarea acestei operații.



În continuare sunt reprezentate operațiile uzuale de asamblare prin semne convenționale:

	-staționare	-		înșurubare
	-așezare	-		înșurubare cu strângere
	-poziționare	-		lipire
	-îmbinare	-		sudare
	-presare	-		asamblare prin deformare plastică
	-nituire	-		ambalare
	-bordurare			

În următoarele figuri sunt reprezentate operațiile uzuale de manipulare, folosind de asemenea simboluri:

Schimbări de loc și de direcție			
	transfer	separare	adunare
			
	alimentare	evacuare	dozare
Schimbări de poziție			
	sortare	rotire	orientare
Apucare și eliberare			
	apucare	eliberare	

Simbolurile principalelor operații de control sunt:

	-Controlul funcționării	-		măsurare
	-Controlul poziției	-		selecție

Simbolurile operațiilor de ajustaje și reglare:

	-Ajustaje		-Prelucrare
	-Aducere în poziție de funcționare (reglare)		

În cadrul sistemelor de montaj se efectuează, numeroase operații speciale, intercalate de obicei între operații de asamblare, asupra unor ansamble parțiale sau asupra produsului finit. Cele mai uzuale sunt: marcarea, ungerea, degresarea, vopsirea, conservarea, încălzirea, răcirea, etc.

Ele se pot simboliza printr-un dreptunghi în interiorul căruia se notează denumire prescurtată a operației.

Spre exemplificare se prezintă următoarea schemă de montaj în care operațiile de asamblare sunt reprezentate cu simboluri:

23.3. Desfășurarea lucrării

Se va aprofunda cunoașterea semnelor convenționale, principiile și modalitățile de întocmire a schemelor de montaj.

Se va demonta un întrerupător de pornire-oprire și se va întocmi schema de montaj.

23.4. Observații și concluzii

În baza schemei de montaj întocmite, se vor trage concluzii și se vor face observații referitoare la:

- nivelul de diviziune al operațiilor
- complexitatea produsului
- reducerea timpului necesar manipulărilor la montaj
- metode de creștere a productivității

LUCRAREA Nr. 24

24. ÎNTOCMIREA UNEI SCHEME DE MONTAJ

24.1. Obiectul lucrării

Lucrarea are ca scop cunoașterea condițiilor ce se impun sistemelor de comandă automate a acționărilor electrice. Se va întocmi schema de montaj pentru elementul principal al schemei de acționare, cutia de comandă

24.2. Noțiuni teoretice de bază

Deoarece sistemul de comandă face parte integrantă din sistemul de acționare electrică, formând un ansamblu unitar, de proiectarea corespunzătoare a acestui ansamblu vor depinde majoritatea factorilor care determină funcționarea optimă a sistemului de acționare. Sistemele de comandă automată trebuie optimizate sub aspect tehnico-economic, ținându-se seama de îndeplinire următoarele condiții:

- simplitatea comenzii - determină de cantitatea minimă a elementelor de comandă și execuție, precum și de simplitatea acestora;
- siguranța comenzii - caracterizează robustețea și durata de funcționare a elementelor schemei.

- comoditatea și flexibilitatea comenzii - se referă la faptul că realizarea comenzii este posibilă din locuri diferite, existând posibilitatea trecerii rapide de la comanda automată la comanda manuală și invers.

- rapiditatea în determinarea defectelor - se referă la necesitatea unui sistem de comandă care să fie astfel amplasat încât să permită montajul, exploatarea și intervenția cât mai rapidă în cazul unor defecte. De obicei, instalațiile de comandă ale acționărilor electrice se montează separat în dulapuri sau pupitre de comandă.

Acestea trebuie să fie astfel construite și amplasate încât să fie ușor accesibil controlul și verificarea tuturor elementelor componente și a legăturilor dintre acestea. Pentru un control permanent al funcționării corecte a sistemului de comandă acesta trebuie prevăzut cu circuite de semnalizare pentru principalele operații pe care trebuie să le execute. Prezența circuitelor de semnalizare permite o depistare mai rapidă a locului eventualelor defecte din instalație.

- asigurarea preciziei în funcționare - în orice regim al funcționării dispozitivelor și aparatelor din schemă. Schemele de comandă trebuie astfel concepute încât să nu existe posibilitatea formării unor circuite false prin arderea bobinelor, releelor, lipirea contactelor, întreruperea conductoarelor, etc. Dacă curentul absorbit de motor este mai mare decât cel nominal, motorul nu va fi deconectat de la rețea deoarece bobina contactorului C1 nu-și pierde alimentarea deși contactorul e₁ al protecției termice s-a deschis. Neajunsul semnalat se poate elimina foarte simplu prin amplasarea contactului releului termic în serie cu butonul de pornire și imediat după acesta.

- cost și gabarit minim - în acest sens recomandându-se utilizarea unor aparate și dispozitive cu dimensiuni reduse precum și amplasarea judicioasă a acestora în panouri de comandă. Deoarece tendința de micșorare a gabaritelor adeseori este opusă micșorării cheltuielilor, soluția tehnico-economică optimă trebuie aleasă prin compararea mai multor variante posibile.

Cea mai simplă schemă de comandă automată asigură pornirea directă într-un singur sens a motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit. Se acționează butonul de pornire "I", contactorul "C1" anclanșează conectând la rețeaua de alimentare înfășurarea statorică a motorului. În același timp închide și contactorul din circuitul de comandă asigurându-se alimentarea bobinei contactorului C1, după încetarea apăsării butonului "I". Protecția împotriva

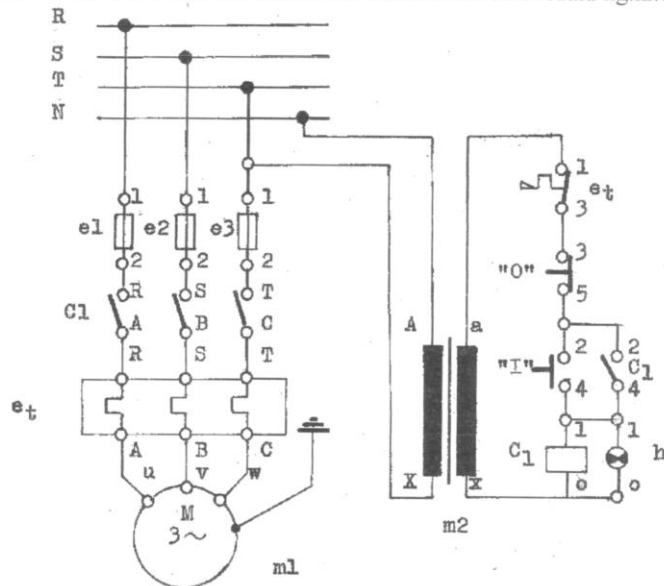
sci
asi
op
cu

moc
și de

refer

tehn

scurt-circuitelor se asigură prin siguranțele fuzibile e1, e2, e3, iar protecția la suprasarcină este asigurată de relee termice e_t. Oprirea motorului se realizează prin acționarea butonului de oprire "O". Funcționarea motorului este sesizată prin aprinderea unei lămpi de semnalizare de culoare verde. Schema de comandă automată descrisă anterior este redată fig.nr.1.



24.3. Desfășurarea lucrării

Se va analiza rolul butoanelor de acționare în schemele electrice de comandă, modalitățile de amplasare și conectare în cadrul lor.

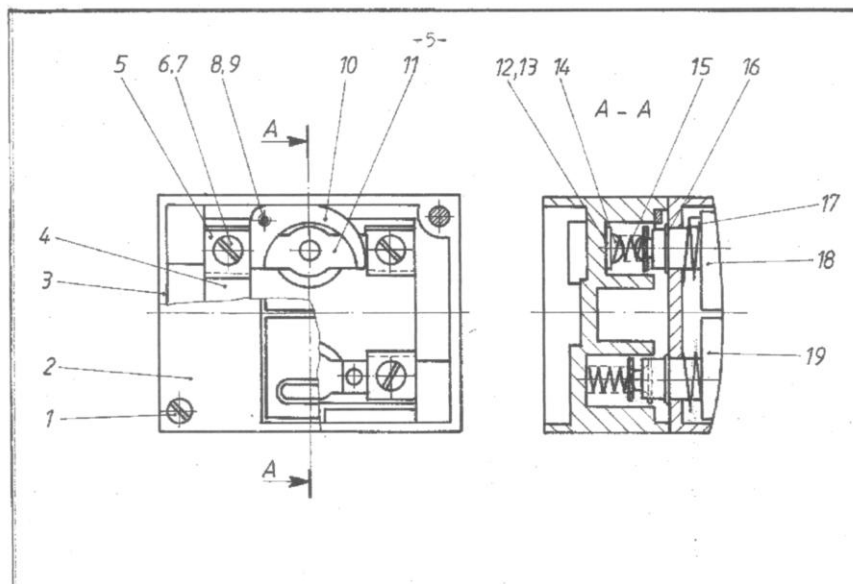
Se va demonta un buton dublu de acționare și se va întocmi schema de montaj utilizând și desenul de ansamblu din îndrumător.

Se va compara schema de montaj întocmită cu schema aflată în îndrumător.

24.4. Observații și concluzii

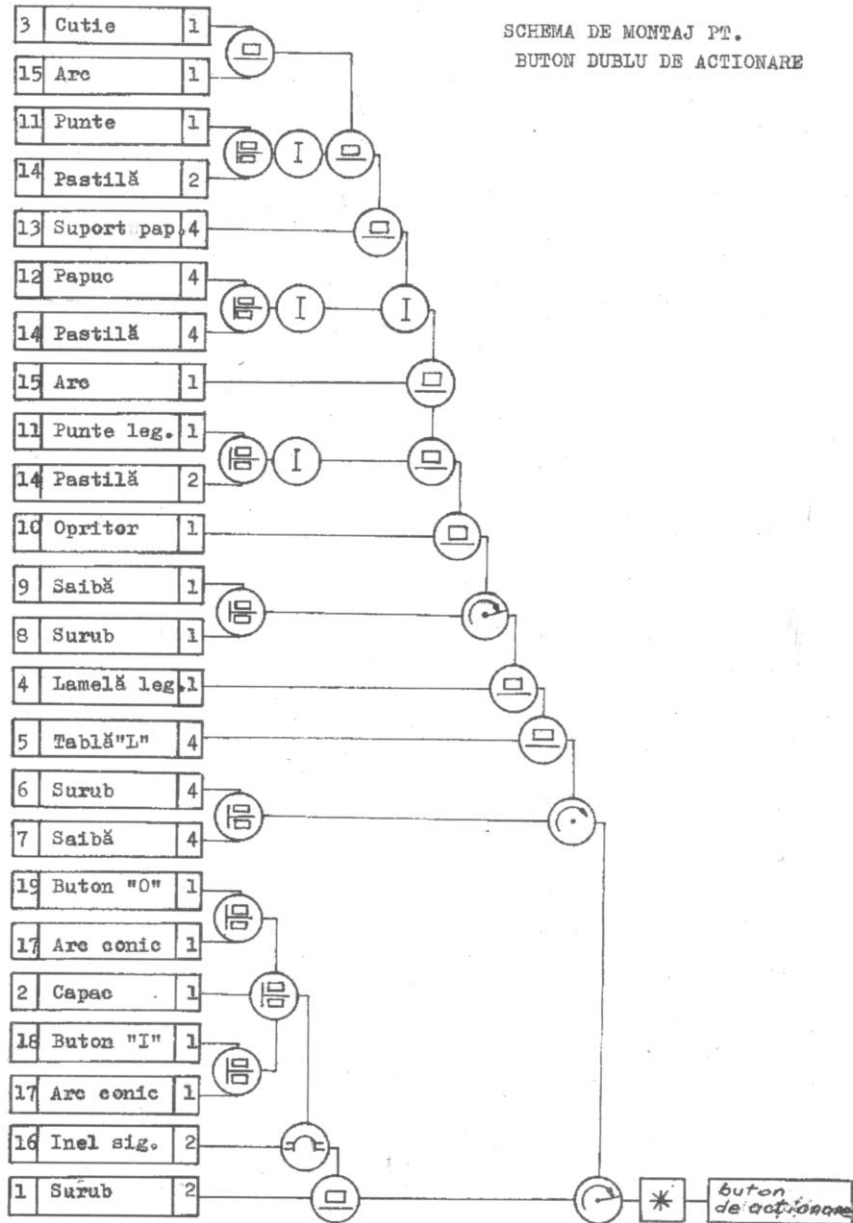
În baza schemei de montaj întocmite se vor trage concluzii și se vor face observații referitoare la:

- complexitatea produsului
- modalități de optimizare constructivă
- justificarea materialelor alese în construcția butonului atât din punct de vedere tehnologic cât și funcțional.



19	Buton oprire	BD 220-19	1	Plastic		
18	Buton pornire	BD 220-18	1	Plastic		
17	Arc conic	BD 220-17	2	RR		
16	Inel de siguranță A 19	STAS 84 36-69	2	OLC 45A	Brunat	
15	Arc	BD 220-15	2	RR		
14	Pastilă	BD 220-14	8	Al 99,5		
13	Suport papuc	BD 220-13	4	OL 37	Zincat	
12	Papuc	BD 220-12	4	OL 37	Zincat	
11	Punte de legătură	BD 220-11	2	OL 37	Zincat	
10	Opritor	BD 220-10	1	OL 37	Zincat	
9	Șaibă Grower MN 3	STAS 7666 12-80	1	OLC 85A	Zincat	
8	Șurub M3 x 18	STAS 7517-73	1	OLC 35	Zincat	
7	Șaibă Grower MN 4	STAS 7666 2-80	4	OLC 85A	Zincat	
6	Șurub cu cap cilindric crestaf M4 x 12	STAS 7517-73	4	OLC 35	Zincat	
5	Tablă „L”	BD 220-5	4	OL 37	Zincat	
4	Lamelă de legătură	BD 220-4	1	OL 37	Zincat	
3	Cutie	BD 220-3	1	Bachelită		
2	Capac	BD 220-2	1	Bachelită		
1	Șurub cu cap înecat crestaf M3 x 18	STAS 9344 2-73	2	OLC 35	Zincat	
Poz	Denumirea	Nr desensau STAS	Buc	Material	Obs	Masa netă
INST. DE SUBINGIN: Tg-Mureș		1:1	BUTON DUBLU DE ACȚIONARE BD 220-0			

SCHEMA DE MONTAJ PT.
BUTON DUBLU DE ACTIONARE



- Instrucțiuni de protecție a muncii specifice laboratorului TCM -

- 1- Intrarea în incinta laboratorului TCM se face numai în halat de lucru și însoțit de cadrul didactic însoțitor de lucrare.
- 2- Pornirea mașinii-unelte, a utilajului sau dispozitivelor pe care se efectuează lucrarea respectivă, se face numai de către tehnicianul-laborant
- 3- Lucrul la mașini-unelte se desfășoară sub directă supraveghere a cadrului didactic și a tehnicianului-laborant, respectând normele de protecție a muncii
- 4- Manevrările directe ale ansamblurilor fixate pe mașini-unelte se fac împreună cu tehnicianul-laborant sau cadrul didactic care conduce lucrarea. (Minimum 2 persoane)
- 5- Întreruperea surselor de energie (electrică, mecanică, ș.a.) se face tot de către tehnicianul laborant, la sfârșitul perioadei active de lucru, evitând mersul în gol, și eventualele posibile accidente
- 6- Se interzice cu desăvârșire deplasarea la alte mașini-unelte decât la cele pe care se desfășoară lucrarea, pentru a evita pornirea irațională, manevrarea fără cunoaștere sau deteriorarea dispozitivelor, aparatelor de măsură, traductoarelor, etc., în primul rând de-a elimina orice sursă de accidentare
- 7- Prezentele instrucțiuni vin să completeze normele departamentale de protecție a muncii, conspectate, însușite și trecută sub semnătură în registrul de protecție a muncii care se află în laborator și totodată în fișa personală de protecție a muncii.

Titular disciplină
Dr. ing. Lucian GRAMA

MĂSURI DE PROTECȚIA MUNCII ȘI REGULI P.S.I. SPECIFICE INDUSTRIEI CONSTRUCTOARE DE MAȘINI

Generalități introductive

Normele de protecția muncii în ramura construcțiilor de mașini și prelucrării metalelor au fost întocmite în baza legii nr.5/1965 (cu modificări ulterioare) a normelor republicane de protecție a muncii, modificate prin Ord.nr.110/1967 al Ministerului Muncii și nr.39/1977 al Ministerului Sănătății și Ord.nr.97 al M.I.C.M.

Scopul prezentelor norme de protecție este să contribuie la îmbunătățirea continuă a condițiilor de muncă și la înlăturarea cauzelor care pot provoca accidente de muncă și îmbolnăviri profesionale, prin aplicarea de procedee tehnice moderne, folosirea rezultatelor cercetărilor științifice și organizarea corespunzătoare a muncii.

Aplicarea acestor norme este obligatorie pentru toate unitățile de economie având activități cu specific de construcții de mașini. Prezentul capitol cuprinde norme de protecția muncii specifice atelierelor mecanice, prelucrări convenționale și neconvenționale.

Norme de protecția muncii pentru strunguri

a) Strunguri paralele (N.P.M. - PR Volum V)

Art.65.-Mandrinely, universalele și platourile trebuie să fie protejate, cel puțin la partea superioară cu apărători.

Art.66.- Funcționarea strungului va fi condiționată de poziția de protecție ecranului

Art.67.-Mandrinely și platourile strungurilor nu vor prezenta părți proeminente radiale, cu excepția bacurilor de strângere, iar acestea nu vor depăși periferia mandrinei cu mai mult de 1/3 din lungimea lor.

Art.68.-Platourile vor avea marcate vizibil turația maximă până la care pot fi folosite în condiții de securitate

Art.69.-În cazul mandrinelor cu acționare electrohidraulică sau pneumatică este necesar să se indice forța de strângere

Art.70.-Construcția mandrinelor cu acționare electrohidraulică sau pneumatică nu trebuie să permită slăbirea forței de strângere a piesei în timpul lucrului, și trebuie să prevină posibilitatea introducerii degetelor între bacuri, la strângere.

Art.71.-Pentru eliminarea pericolului de accidentare, în cazul scăderii presiunii sub limita minimă necesară strângerii, se impune oprirea automată a strungului.

Art.72.-Cheile pentru strângerea bacurilor mandrinelor și universalelor vor fi prevăzute cu un dispozitiv care să le împingă automat afară din găurile mandrinelor sau universalelor.

Art.73.-Strungurile trebuie prevăzute cu frâne care să asigure o frânare eficientă și rapidă a axului principal după decuplare.

Art.74.-Se interzice frânarea mandrinei cu mâna.

Art.75.-Mandrinely, universalele și platourile de prindere trebuie bine fixate pe axul principal și asigurate împotriva deșurubării la inversarea sensului de rotație.

Art.76.-La începerea lucrului, strungarul va verifica starea de funcționare a fiecărui bac de strângere. Dacă sunt uzate, au joc, prezintă deformații sau fisuri, mandrina sau platoul trebuie schimbate.

Ar

Ar

Ar

Ar

Ar

Ar

Ar

Ar

Art

Art

Art

Art

b.)S

Art.1

Art.1

Art.1

Art.1

Art.1

c)Str

Art.9

Art.9

Art.77.-Strungarul va verifica modul în care este ascuțit cuțitul și dacă profilul acestuia corespunde prelucrării pe care trebuie să o execute. Se vor folosi pe cât posibil cuțite de strung cu prag special pentru sfărâmarea așchii.

Art.78.-La cuțitele cu plăcuțe din carburi metalice se va verifica modul de fixare și starea acestora. Cuțitele cu plăcuțe din carburi metalice sau ceramice vor fi ferite de șocuri mecanice.

Art.79.-Înălțimea cuțitului se va fixa astfel încât să corespundă procesului de așchiere. Lungimea cuțitului care iese din suport nu trebuie să depășească de 1,5 ori înălțimea corpului cuțitului pentru strunjirea normală.

Art.80.-Pentru susținerea pieselor lungi se vor utiliza linete

Art.82.-La fixarea pieselor în mandrina universală se va respecta condiția $L \leq 3d$.

Art.83.-Piesa trebuie fixată bine în mandrină, sau între vârfuri și să fie bine centrată pentru a nu fi smulsă. Pentru fixare și scoatere se vor utiliza chei corespunzătoare, fără prelungitoare din țevă sau alte pârgii

Art.84.-La prelucrarea între vârfuri se vor folosi numai antrenoare de tip protejat sau șaibe de antrenare protejate.

Art.85.-La fixarea materialului între vârfuri, se va fixa rigid păpușa mobilă, iar pinola se va bloca în poziție de strângere.

Art.86.-Slăbirea piesei din pinola păpușii mobile se poate efectua numai după oprirea strungului

Art.87.-Prelucrarea pieselor în buçe elastice, strângerea-desfacerea piesei se va face numai după oprirea completă a mașinii

Art.88.-Angajarea cuțitului în material se face lin, după punerea în mișcare a axului principal. La oprire, se va îndepărta mai întâi cuțitul, și apoi se va opri mașina.

Art.91.-La operațiile de prelucrare manuală a pieselor prinse pe strung cu pila, șabărul sau pânza abrazivă se vor avea în vedere următoarele:

a) Se vor executa numai dacă sunt trecute în planele de operații

b) Se va îndepărta căruciorul port-cuțit cât mai mult de piesă

c) La pilirea pieselor se va ține mânerul pilei cu mâna stângă, iar capătul pilei cu mâna dreaptă

d) La prelucrarea pieselor cu pânza abrazivă, aceasta se va aplica pe partea piesei care se rotește dinspre muncitor (pe partea interioară a piesei).

b.)Strunguri carusel

Art.92.-La strungurile carusel platou trebuie să fie protejat printr-o apărătoare care să nu îngreuneze deservirea strungului.

Art.93.-La strungurile carusel, la care echilibrarea traversei și a suportului se face cu contragreutăți, acestea trebuie să fie îngrădite

Art.94.-La strungurile carusel se vor prevedea paravane de protecție reglabile, pentru prevenirea accidentelor cauzate de așchiile proiectate sau de piesele proeminente în rotație.

Art.95.-La strungurile cu diametrul peste 2500 mm, acestea vor fi prevăzute cu platforme îngrădite, balustrade, eventual instalații de televiziune în circuit închis, colivii mobile suspendate, etc.

Art.96.-Se interzice urcarea pe platoul strungului carusel în timp ce mașina este conectată la rețeaua de alimentare

c)Strunguri revolver și automate

Art.97.-Strungurile automate trebuie prevăzute cu apărători de stropi

Art.98.-Manetele care se rotesc, în formă de cruce, care se rotesc odată cu avansarea sculelor, trebuie prevăzute cu un inel de protecție fixat la extremitățile manetelor.

au
cuție
ilui
de
ale,
și
cu
fice
de
se
să
înă
imă
un
ului
il și
de
toul

- Art.99.-La strungurile automate se vor prelucra numai bare drepte, teșite la mable capete. Apărătorile vor fi prevăzute cu dispozitive de amortizare a zgomotului.
- Art.101.-Mecanismul de alimentare cu bare, amplasat în afara strungului, trebuie prevăzut cu o apărătoare care să nu permită accesul în timpul lucrului. Ar

Norme de Protecția Muncii - pentru Mașini de frezat

- Art.102.-Mașinile de frezat trebuie să fie astfel concepute, încât roțile de mână cu mâner ale avansurilor să nu se rotească în timpul avansului rapid. No
Ar
- Art.103.-În timpul înlocuirii roților de schimb mașina trebuie deconectată de la rețea
- Art.104.- Înainte de montarea frezei se va verifica ascuțirea acesteia, dacă aceasta corespunde materialului ce urmează să se prelucreză, precum și regimului de așchiere indicat în fișa de operații. Ar
- Art.105.-Frezele cu părți proeminente vor fi prevăzute cu apărători pe partea neprelucrătoare a frezei Art
- Art.106.-Fixarea dinților în corpul frezei, în cazul frezelor cu dinți demontabili, se face cu ajutorul unor elemente de strângere speciale, cu blocare contra autodesfăcerii. Art
- Art.107.-În cazul când fixarea dinților pe corpul frezei se face prin lipire, trebuie să se asigure o aderare bună a suprafețelor care se lipesc.
- Art.108.-Montarea și demontarea frezei se va face cu mâinile protejate. Art
- Art.109.-După fixarea și reglarea frezei se va regla și dispozitivul de protecție astfel încât dinții frezei să nu poată prinde mâinile și îmbrăcămintea muncitorului Art.
- Art.110.-Fixarea piesei pe mașina de frezat trebuie să se execute cu dispozitive speciale de fixare sau în menghină. Se interzic improvizațiile pentru fixarea pieselor. Art.
- Art.111.-Dispozitivul de fixare trebuie să fie de construcție rigidă, astfel ca la regimurile de frezarea să nu se smulgă piesa. Art.
- Art.112.-Sensul de rotație al frezei trebuie să corespundă cu poziția reazemelor dispozitivelor de fixare, astfel ca acestea să preia eforturile ce iau naștere în timpul așchierii. Reazemele pentru o mai bună rigiditate trebuie să fie cât mai aproape de suprafața de frezare. Art.
- Art.113.-Menghinele vor avea fălci zimțate sau plăci de reazem și de strângere zimțate, la prelucrarea pieselor cu suprafețele prelucrate.
- Art.114.-În timpul fixării sau desprinderii piesei precum și la măsurarea pieselor fixate pe masa mașinii, se va avea grijă ca distanța dintre piesă și freză să fie cât mai mare. Art.
- Art.115.-Verificarea cotelor și a suprafeței se va face numai după oprirea mașinii Art.1
- Art.116.-Pe masa mașinii de frezat este interzis ca în timpul funcționării să se găsească scule sau alte piese nefixate. Art.1
- Art.117.-La operația de frezare, cuplarea avansului se va face numai după pornirea prealabilă a axului frezei. La oprirea mașinii de frezat se va decupla întâi avansul, apoi se va opri axul frezei. Art.1
- Art.118.-Mașina de frezat trebuie să aibă un dispozitiv de frânare rapidă și fără șocuri a arborelui principal. Art.1
- Art.119.-Capătul arborelui principal al mașinii de frezat opus frezei, trebuie să fie protejat. Art.1
- Art.120.-Tijele de tracțiune, componente ale sistemului de prindere a frezei, acționate printr-o sursă de energie, precum și mecanismele de reținere a frezei, nu trebuie să se desfacă în timpul rotirii arborelui principal, sau ca rezultat al pierderii de energie. Art.1
- Art.121.-Lanțurile cinematice prin care se transmite mișcarea la accesoriile speciale, ca de exemplu de la masă la capul divizor sau la masa rotativă, vor fi protejate corespunzător. Art.1
- Art.122.-La mașinile de frezat cu avansuri automate se vor respecta următoarele:
a) Se recomandă ca mișcarea de avans să nu aibă loc fără mișcarea de rotație a arborelui principal Art.1

b) La oprirea generală a mașinii, mai întâi trebuie să se oprească mișcarea de avans și după aceea mișcarea de rotire a arborelui principal.

Art.123.-Dispozitivele și accesoriile care constituie echivalentul normal al mașinii trebuie astfel construite, încât să prezinte deplină siguranță la fixarea lor pe mașină, să nu limiteze operațiile pe care le execută muncitorul și să fie protejate corespunzător.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini de rabotat, mortezat și broșat

Art.124.-Piesa de prelucrat se va fixa rigid pe masa mașinii în menghină sau cu ajutorul dispozitivelor de fixare.

Art.125.-Înainte de a fixa cuțitul în suport se vor verifica ascuțirea și profilul, precum și dacă acesta corespunde materialului ce se prelucreează și regimului de lucru indicat în planu de operații

Art.126.-Șepingurile trebuie prevăzute cu colectoare de așchii, prinse pe masa mașinii. Pe peretele colectorului în fața capului port-sculă, se va monta un ecran rabatabil, care să oprească zborul așchiilor peste colector.

Art.127.-Spațiul dintre ghidajele rabotezei trebuie să fie acoperit. Este interzisă folosirea acestui spațiu pentru păstrarea sculelor sau a altor materiale. Distanța dintre masa mobilă și suprafața de acoperire să fie de aproximativ 10mm.

Art.128.-În cazul mașinilor înalte, pentru urcarea la partea superioară trebuie să existe scări și platforme fixe, prevăzute cu balustrade.

Art.129.-Înainte de pornirea mașinii se verifică fixarea cuțitului și a piesei și se controlează să nu rămână chei sau piese nefixate pe masă.

Art.130.-Înainte de începerea lucrului, după pornirea mașinilor, se vor executa câteva curse de mers în gol pentru verificarea funcționării.

Art.131.-La rabotezele la care cursa maximă a mesei mobile depășește gabaritul batiului, spațiul respectiv va fi îngrădit cu balustrade fixate în pardoseală. Spațiul îngrădit va fi în permanență liber.

Art.133.-Mașinile de rabotat trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de frânare și limitatoare pentru împiedicarea ieșirii mesei de pe batiu, atunci când sistemul de inversare a mișcării funcționează necorespunzător.

Art.134.-Frânarea mesei trebuie asigurată în condițiile vitezei sale maxime și cu masa maximă admisibilă a piesei de prelucrat.

Art.135.-Mașinile trebuie să aibă un mecanism pentru blocarea traversei în timpul mișcării mesei. Deplasarea transversală trebuie să fie posibilă numai atunci când masa este în repaos.

Art.136.-Părțile proeminente ale inversorului trebuie să fie acoperite cu un capac de protecție.

Art.137.-Dispozitivul de blocare al capacului port-sculă la mașinile de mortezat trebuie să permită fixarea în orice poziție pe toată lungimea cursei sale și să nu permită schimbarea poziției acestuia în mod accidental.

Art.138.-Mașinile de mortezat trebuie să aibă un dispozitiv care să nu permită căderea accidentală a capului port-sculă după oprirea mașinii.

Art.139.-Capul port-sculă al mașinii de mortezat nu trebuie să fie acoperit cu carcaș de protecție. Când există pericolul de lovire sau strivire, capul port-sculă va fi protejat cu dispozitive corespunzătoare.

Art.140.-Mașinile de broșat trebuie să aibă un dispozitiv de protecție care să ferească muncitorul de accidentare în cazul căderii broșei din dispozitivul de prindere.

Art.141.-Mașinile de broșat orizontale, care lucrează cu broșe cu masă mai mare de 8 kg, trebuie să aibă role de susținere a broșei de partea de intrare a acestuia în piesă. Întoarcerea broșei în poziție inițială să se facă mecanizat.

Art.142.-Este interzis a manipula broșa cu mâna neprotejată.

Art.143.-Broșele se vor monta și demonta cu dispozitive speciale construite în acest scop.

Art.144.-Mașinile de broșat trebuie să fie prevăzute cu dispozitive corespunzătoare de răcire a sculei. Broșele nu se vor răci cu bumbac sau cârpă udă.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini de găurit și alezat

Art.145.-Dacă mandrina de prindere a burghiului sau alezorului prezintă părți proeminente radiale, se va proteja cu o apărătoare netedă din tablă care trebuie să permită schimbarea comodă a sculei.

Art.147.-Prinderea piesei pe masa mașinii și desprinderea ei se face numai după ce axul principal sa oprit.

Art.148.-Fixarea piesei pe masă se va face în cel puțin două puncte cu menghină sau dispozitive.

Art.149.-Cursa sculei se reglează astfel încât să permită o retragere cât mai mare la prinderea și desprinderea piesei.

Art.150.-Înainte pornirii mașinii se va alege regimul de lucru corespunzător operației care se execută, sculelor și materialului piesei de prelucrat.

Art.152.-Mandrinely de prindere se vor strânge și desface numai cu chei adecvate, care se vor scoate înainte de pornirea mașinii.

Art.153.-Se interzice frânarea cu mâna a mandrinei în timpul funcționării mașinii, pentru strângerea sculei.

Art.156.-Se interzice folosirea burghiilor, alezoarelor sau conurilor cu cozi uzate, sau care prezintă creștături, urme de ciocan etc...

Art.157.-Se interzice folosirea burghiilor cu coadă conică în mandrinele universale ale mașinilor unelte

Art.158.-Se interzice folosirea burghiilor cu coadă cilindrică în bușe conice.

Art.162.-La prelucrarea materialelor casante, muncitorul va purta ochelari de protecție.

Art.163.-Mașinile de găurit portative se vor porni numai după ce au fost ridicate de pe masă.

Art.165.-Se recomandă ca mașinile de găurit și alezat să aibă posibilitatea de frânare a arborelui principal. Timpul de frânare se recomandă maximum 6 secunde.

Art.168.-În cazul utilizării capetelor de găurit multiax acestea trebuie prevăzute cu dispozitive speciale care să împiedice căderea accidentală a capului, respectiv arborelui.

Art.173.-Toate sculele și dispozitivele care se fixează în arborele principal fără blocare trebuie să fie prevăzute cu sisteme corespunzătoare de blocare

Art.174.-În cazul utilizării mandrinelor cu două fălci se recomandă echiparea mașinii cu elemente de protecție corespunzătoare.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini de rectificat, polizare, corpuri abrazive

Art.178.-Toate mașinile trebuie să fie echipate cu carcase de protecție, pentru asigurarea protecției lucrătorului în cazul spargerii accidentale a corpului abraziv.

Art.181.-Pe toate mașinile se vor marca vizibil și durabil, sensul de rotire al corpului abraziv (printr-o săgeată), turațiile și vitezele de lucru ale acestuia.

Art.182.-La mașinile care utilizează procedeul de rectificare umedă trebuie astfel concepute încât la terminarea ciclului normal de lucru, întâi să se îndepărteze corpul abraziv din contactul cu piesa, apoi să se oprească lichidul de răcire, după care să se oprească rotirea corpului abraziv.

Art.183.-Mesele mașinilor de rectificat plan trebuie să fie prevăzute cu îngrădire pentru reținerea pieselor în cazul desprinderii lor.

Art.184.-Mesele mașinilor cu platou electromagnetic trebuie să fie prevăzute cu sisteme de interblocare, care:

- să permită cuplarea avansului numai după conectarea platoului electromagnetic

- să oprească mișcarea mesei în momentul întreruperii curentului electric de alimentare
- Art.187.-Mașinile de rectificat rotund cu prelucrare între vârfuri trebuie dotate cu dispozitive de blocare care să excludă posibilitatea deplasării accidentale a pinolei păpușii mobile. Pentru rectificarea pieselor lungi trebuie prevăzute cu linete.
- Art.188.-Mașinile de rectificat rotund cu avans prin pătrundere trebuie să fie dotate după necesitate cu dispozitive de control activ.
- Art.189.-La mașinile de rectificat interior se interzice folosirea dornului port-piatră dimensionat necorespunzător și care prezintă vibrații sau excentricități.
- Art.190.-La mașinile de rectificat caneluri se va urmări ca divizarea canelurilor să aibă loc când corpul abraziv se află în afara piesei.
- Art.193.-Polizoarele fixe trebuie să aibă ecran de protecție mobil, cu vizoare din geam securizat, reglabile.
- Art.194.-Pornirea polizorului va fi posibilă numai când ecranul de protecție se găsește în poziție de lucru.
- Art.199.-Polizoarele manuale se pot utiliza la operațiile de polizare exterioară numai dacă corpurile abrazive sunt protejate cu o carcasă de protecție.
- Art.200.-Polizoarele manuale se vor porni numai dacă corpul abraziv nu este în contact cu un corp care să împiedice rotirea lui liberă.
- Art.215.-Corpurile abrazive se vor feri de lovituri și trepidații.
- Art.231.-Carcasele de protecție vor acoperi întreaga porțiune nelucrătoare a corpului abraziv precum și capătul arborelui, piulița de strângere și flanșele de fixare, iar rezistența legăturilor trebuie să fie egală cu cea a carcasei de protecție.
- Art.242.-Corpul abraziv se montează între flanșe de oțel cu rezistența la tracțiune de minimum 50 daN/mm², având drept scop strângerea și antrenarea acestuia.
- Art.250.-Fixarea corpului abraziv trebuie să asigure o centrare perfectă a acestuia în raport cu axa de rotație.
- Art.275.-Se interzice montarea corpurilor abrazive cu mai multe garnituri suprapuse.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini de danturat

- Art.292.-Mașinile de danturat trebuie prevăzute cu dispozitive de decuplare automată a mișcării sculei și elementelor lanțului cinematic la terminarea ciclului de prelucrare a pieselor.
- Art.294.-Mașinile trebuie să aibă un dispozitiv de frânare rapidă și fără șocuri a arborelui principal
- Art.297.-Se interzice apropierea saniei port-sculă de piesă utilizând avansul rapid la o distanță mai mică de 10 mm.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini de debitat

- Art.299.-Mașinile pentru debitat materiale de lungime mare trebuie să fie prevăzute cu suporturi suplimentare pentru sprijinirea capetelor libere ale materialelor.
- Art.301.-Sensul filetelui de strângere de pe axul mașinii va fi de sens contrar sensului de rotație al discului tăietor.
- Art.302.-Discurile abrazive de debitat vor fi folosite numai pe mașinile speciale construite în acest scop
- Art.306.-Ferăstraiele circulare trebuie să se doteze în partea dințată cu dispozitive de protecție care să protejeze pe muncitor împotriva așchiilor și a lichidului de răcire
- Art.307.-Sensul de rotație a discului va fi marcat vizibil și durabil pe capota discului
- Art.313.-Fixarea discului tăietor se va face cu două flanșe de același diametru.
- Art.315.-La montare se va avea grijă ca discul tăietor să fie cât mai bine centrat și echilibrat.
- Art.318.-Se interzice utilizarea discurilor tăietoare care prezintă crăpături, au trei dinți lipsă pe toată circumferința, sau la care lipsesc doi dinți alăturați.

Art.322.-În timpul lucrului, muncitorul va sta lateral față de planu pânzei.

Art.326.-Ferăstraiele cu panglică trebuie să fie astfel proiectate, încât pânza să rămână liberă numai pe porțiunea care taie efectiv

Art.340.-Foarfecele acționate mecanic trebuie să fie prevăzute cu dispozitivul contra loviturilor duble.

Art.344.-Planul de tăiere trebuie să fie vizibil și bine iluminat.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini și utilaje pentru ștanțare

Art.366.-Se interzice exploatarea preselor de orice fel dacă nu au toate dispozitivele de protecție prevăzute din fabricație, montate, și în bună stare de funcționare.

Art.369.-Dispozitivele de comandă ale preselor trebuie să fie astfel amplasate și protejate, încât să împiedice declanșarea involuntară a coborârii berbecului.

Art.370.-Presele trebuie prevăzute cu dispozitive de siguranță care să împiedice căderea berbecului sau reluarea unei curse la întreruperea curentului electric sau la scăderea presiunii pneumatice sau hidraulice.

Art.371.-Amplasarea elementelor de comandă trebuie astfel făcută, încât muncitorul în poziție normală de lucru să poată vedea zona de lucru a preseii.

Art.376.-Pentru a preveni acționarea involuntară a pedalei de acționare, aceasta va fi protejată lateral și deasupra, lăsându-se loc numai pentru accesul piciorului.

Art.380.-Sistemul de comandă cu ambele mâini trebuie astfel conceput încât declanșarea loviturii să fie posibilă numai la acționarea concomitentă a ambelor elemente de comandă

Art.384.-Pedala de comandă a preseii trebuie să fie astfel amplasată la o înălțime de cel mult 120 mm deasupra pardoselei.

Art.388.-Presele cu fricțiune vor fi dotate cu dispozitive împotriva căderii volantului datorită ruperii axului.

Art.400.-Deschiderea de acces între poanson și matriță, la matrițele deschise, va fi de maximum 8mm. Dacă această condiție nu poate fi utilizată, se utilizează sistemul de acționări cu ambele mâini sau alt sistem de protecție.

Art.430.-Alimentarea manuală este permisă numai la presele cu funcționare intermitentă.

Norme de Protecția Muncii pentru Mașini de prelucrat prin electroeroziune

Art.410.-Mașinile vor fi prevăzute cu un sistem de intercondiționare a comenzilor care să nu permită executarea unor operații până nu sunt îndeplinite toate condițiile de lucru în deplină securitate.

Art.412.-Mașinile vor avea dispozitive care să blocheze capul de lucru în cazul întreruperii accidentale a curentului electric și să nu permită recuplarea mașinii unelte în regim de lucru fără intervenția operatorului.

Art.413.-Se vor prevedea instalații de evacuare a gazelor rezultate din prelucrare, în încăperea respectivă sau pentru fiecare utilaj în parte.

Art.414.-Lichidul dielectric se va manipula cu grijă, dacă lichidul este combustibil se vor afișa la loc vizibil plăcuțe de atenționare cu următoarele inscripții: "PERICOL DE FOC"; "MANIPULAREA CU FOC DESCHIS INTERZISĂ"; "FUMATUL INTERZIS"

Art.416.-Este interzisă intervenția muncitorului în interiorul bazinului de lucru atât timp cât mașina este conectată pe regim de prelucrare.

Art.418.-Fiecare mașină trebuie prevăzută cu un număr corespunzător de stingătoare de incendiu pentru instalații electrice și produse petroliere.

Norme de Protecția Muncii pentru Instalații de prelucrat cu laser

Art.427.-Sursa de alimentare a instalației laser se va lega obligatoriu la pământ.

Art.428.-Sursa de alimentare se va așeza pe un covor izolator din cauciuc sau linoleum.

Art.429.-Sursa de alimentare va fi echipată cu un dispozitiv care să descarce la pământ bateria de condensatori după un interval anumit de timp (1...3 min), dacă nu se dă comanda descărcare prin flash.

Art.435.-Declanșarea fascicolului laser și eventualele intervenții asupra instalației se vor face de personal calificat și instruit în acest scop

ai

or

ie

iă

ii

iii

ie

ă

ii

o

ă

n

u

u

n

ii

le

a

la

",

ia

u

BIBLIOGRAFIE

1. CHIRIACESCU, S. T., IVAN, N.V. - "Tehnologia construcției de mașini" Îndrumar pentru lucrări practice, Brașov, 1972
2. CIOCÂRDIA, C.; UNGUREANU, I. - "Bazele cercetării experimentale în tehnologia construcțiilor de mașini", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979
3. DRAGHICI, G. - "Tehnologia construcțiilor de mașini", Editura didactică și pedagogică, București, 1977
4. DRAGHICI, G.; BUZATU, C. - "Îndrumar TCM pentru lucrări practice" Universitatea Brașov, 1978
5. DUMITRAȘ, C., MILITARU, C. - "Așchiera metalelor și fiabilitatea sculelor așchietoare" Editura Tehnică, București, 1983
6. ENACHE, S., BELOUSOV, V. - "Proiectarea sculelor așchietoare" Editura didactică și pedagogică, București, 1983
7. EPUREANU, AL., PRUTEANU, O., GAVRILAȘ, I. - "Tehnologia construcției de mașini", Editura didactică și pedagogică, București, 1983
8. GAVRILAȘ, I. - "Netezirea și ecruisarea suprafețelor", Editura Tehnică, București, 1974
9. GAVRILAȘ, I., MARINESCU, N. I. - "Tehnologii neconvenționale"- Îndrumar de laborator" I.P.București, 1983
10. GRAMA, L. - "Tehnologia Fabricării Mașinilor" - Curs vol. I și II, I.I.S. Tg. Mureș, 1984
11. GRAMA, L. - "Tehnologia Fabricării Mașinilor" - Îndrumar de laborator, Institutul de Subingineri Tg. Mureș, 1985
12. IVAN, N.V., PIUKOVICI, I., BUZATU, C. - "T.F.M. - Îndrumar pentru lucrări practice", Universitatea Brașov, 1979
13. NICHICIA, A., POPOVICI, V., NICA, M., ACHIMESCU, N., POPA, N., PAULESCU, Gh. - "Prelucrarea prin eroziune în construcția de mașini", Editura Facla, Timișoara, 1983
14. PETRICEANU, Gh. - "Tehnologia construcției de mașini", I.P.Cluj - 1969
15. PETRICEANU, Gh., GYENGE, Cs., MORAR, L. - "Tehnologia construcției de mașini", Îndrumar" - I.P.Cluj, 1974
16. PICOS, C. - "Tehnologia construcției de mașini", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974
17. PICOS, C., AILINCAI, Gh., BOHOSIEVICI, C., PRUTEANU, O., COMAN, Gh., BRANA, V., PARASCHIV, D. - "Calculul adaosurilor de prelucrare și al regimurilor de așchiere", Editura Tehnică, București, 1974
18. PICOS, C., COMAN, Gh., PRUTEANU, O., BADEA, V. - "Tehnologia construcției de mașini, Probleme", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1976
19. PRUTEANU, O., EPUREANU, AL., BOHOSIEVICI, C., GYENGE, Cs. - "Tehnologia fabricării mașinilor", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981
20. RĂDULESCU, AL., GAVRILAȘ, I., GHEORGHE, I., ș.a. - "Tehnologia construcției de mașini", Îndrumar de laborator, I.P. București, 1983
21. RĂDULESCU, AL., VLASE, A., NEAGU, C. - "Bazele tehnologiei mașinilor-unelte", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982

RECENZENȚI: Șef lucrări ing. Mircea Tero
Șef lucrări ing. Máté Márton
TEHNOREDACTAT: Circa Ioana Cristina
Szabó Csongor
CORECTAT: Autorul
MULTIPLICAT: Petru Pop
ȘI LEGAT: Fazakas Elisabeta

i,
le
ii,
rii
de
ra