

INSTITUTUL POLITEHNIC „MILITARI VULAI” DE TIMIȘOARA
FACULTATEA DE INGINERIA AGRICOLA

Ing. NGUYEN TI

„CONFERINȚII LA ELABORAREA TEHNICII DE
RECONSTRUCȚIE A CILINDRILOR MOTOARELOR
DE TRACȚIE”

Teză de doctorat
pentru obținerea titlului științific de
„Doctor Inginer”

Conducător științific

Prof. Dr. Doc. Ing. STEFAN CAROIU

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA „POLITEHNICĂ”
TIMIȘOARA

INSTITUTUL POLITEHNIC TIMIȘOARA	
BIBLIOTECA	
CENTRALĂ	
Volumul Nr.	297.478
Dulap	61
Li.	C

Le începutul acestei lucrări, autorul își exprimă și pe această cale nemărginitele sa recunoștințe față de tovarșul Prof.dr.doe.ing. **CAPROIU GHEORGHE** colaboratorul său științific, pentru indicațiile deosebit de prețioase, orientarea în cercetare, sprijinul permanent și atenț acordat pentru a duce la bun sfârșit lucrarea de față.

Mulțumesc profund și sincer tovarșului Prof.dr.ing.**IONUȚ VASILE**, șeful catedrei de Mașini agricole a Institutului Politehnic din Cluj, pentru indicațiile prețioase și documentările deosebit de valoroase.

Mulțumesc în mod sincer conducerii Facultății de Mecanică Agricolă a Institutului Politehnic „Gheorghe V. V. V.” din Timișoara, pentru permanentul sprijin și profunda înțelegere pe care mi-a acordat-o în tot timpul stagiului meu în R.S.ROMÂNIA.

Mulțumesc de asemenea conducerii, inginerilor și muncitorilor **INTREPRINDERII DE MECANIZARE I TRAFIC FERVIER** din Timișoara, unde au avut condiții minunate pentru efectuarea experimentărilor.

Mulțumesc și pe această cale colegilor din cadrul catedrei de **MĂȘINI AGRICOLE** din Facultatea de Mecanică Agricolă a Institutului Politehnic „Gheorghe V. V. V.” pentru sprijinul acordat pe tot parcursul elaborării lucrării.

I N T R O D U C E R E

Cămba de cilindru constituie una dintre cele mai importante piese ale motoarelor cu ardere internă. Aceasta, împreună cu pistonul și segmentii formează partea motorului în care se produc procesele energetice. De calitate și starea sa depinde, în bună măsură, comportarea motorului din punct de vedere economic, energetic și mecanic.

Uzura cămbiilor de cilindru determină consumuri ridicate de combustibil și lubrifiant și reducerea puterii motorului sub limitele admise. În aceste condiții energia furnizată de motor devine neeconomică.

Durata de serviciu a motoarelor este determinată și de gradul de uzură a cămbiilor de cilindru, iar cheltuielile pentru înlocuirea cămbiilor uzate sînt mai mari decît cheltuielile pentru repararea altor organe ale motorului [38]. Cămbiile de cilindru sînt piesele care cu cea mai accentuată viteză de uzură.

Înstrîindu-se motoarele supuse reparației capitale, se constată că în urma uzurii cilindrilor în funcționare, staturile de la forme geometrice sînt în secțiune transversală (ovalitatea) și în cea longitudinală (conicitatea) depășesc valorile admisibile (Fig.3). De aceea este necesară înlocuirea lor cu alții noi, sau recondiționării celor uzate pentru obținerea stării tehnice inițiale.

La repararea utilajelor agricole, în special a motoarelor de tractor, sînt în țară cit și în strălățate se manifestă tendința de extindere și perfecționare a proceselor de recondiționare a pieselor uzate, datorită avantajelor tehnico-economice sînt mai mari decît în cazul înlocuirii cu altele noi [125].

Din experiența unor unități frunțate rezultă că, prin extinderea gării de recondiționări în atelierul propriu și în uzinele de reparații, se poate evita imobilizarea tractoarelor și mașinilor agricole datorată lipsei unor piese de schimb noi și se realizează totodată însemnate reduceri ale cheltuielilor de întreținere și reparare a utilajului agricol.

Este natural că cele mai rentabile lucrări de recondițio -

nore se referă la piesele cu preț de cost mare și care se consumă în cantități ridicate.

Unele dintre cele mai caracteristice piese, stit din punct de vedere al forței și intensității muncii cit și al seriei de recondiționări, sînt cilindrii motoarelor de la tractor. Aplicarea metodei de recondiționare a acestor piese conduce la reducerea prețului de cost într-o măsură însemnată, reducerea consumului de materiale pentru confecționarea pieselor respective, simplificarea și ușurarea organizației de producție etc.

În tabelul 1 se indică prețul câmbiilor de cilindri recondiționate în comparație cu prețul piesei noi [263].

Tabelul 1

Denumirea	Lepes	Prețul piesei (lei)	
		Recondiționată	noie
Câmbii de cilindru	D.01.002 (set)	21	232
Câmbii de cilindru	D.01.002 A	12,3	58

Din tabelul de mai sus rezultă că, prețul de cost al unei câmbii de cilindru recondiționate este mult mai redus decât cel al uneia noi.

Procesul tehnologic de prelucrare mecanică și termică a câmbiilor de cilindru noi este prezentat în anexa 1, (la care nu se ține seama de procesul turnării) iar recondiționarea conform tehnologiilor elaborate în acest sens de I.C.M.A. [114] se execută în numai două operații:

1 - alizarea suprafeței cilindrice interioare în două treceri ;

2 - hounirea în două treceri (degroșare și finisare) la cota de reparație (anexa 2).

De aceste costuri în evidență că, față de fabricarea pieselor noi, procesul de recondiționare este mult mai avantajos.

Deși în cadrul uzinelor de reparații câmbiile cilindrilor de motor se recondiționează în număr foarte mare, de exemplu, anul în anul 1970, uzinale de reparații din România au recondiționat peste 14.000 câmbii cilindru [263], totuși procesul tehnologic de recondiționare a acestor piese este mai puțin studiat și eglin-

sit în literatura tehnică de specialitate. Astfel, există mari rezerve de creștere a productivității procesului tehnologic de recon-ditionare, sit și de îmbunătățire a calității pieselor respective.

Cercetările autorului demonstrează că, pînă la momentul actual, calitatea recon-ditionării cîmbiilor de cilindri de către unitățile de reparție este scăzută, piesele rebotate (conclu-zite și evaluate peste limita admisibilă) ocupă o proporție foarte mare (fig.10 și tabelul 7) iar productivitatea muncii este foarte redusă (timpul pentru recon-ditionarea unei cîmbii de cilin-dru este aprox. 2 ore). Bineînțeles că, în această situație, apli-carea metodei de recon-ditionare nu mai este eficientă sub aspect tehnico-economic.

De aceea, studiul și cercetarea procesului de recon-ditio-nare a cîmbiilor de cilindru în vederea obținerii pieselor recon-ditionate cu calitate superioară (precizie formei sit și nete-zime suprafețelor prelucrate) corespunzător condițiilor tehnice impuse, cu o productivitate mare, prezintă o actualitate deosebit de importantă, și utilă în acest domeniu. Acest lucru contribuie nu numai la reducerea prețului de cost pentru repararea utili-ajelor respective, ci are și un rol deosebit de important în vederea ridicării calității motoarelor reparate, în scopul asigurării bune a motorului în funcționare și prelungirea duratei sale de serviciu.

După cum se știe, realizarea unei producții industriale de înaltă calitate și în același timp cu productivitatea muncii ridicată este una din sarcinile centrale ale întregii activități tehnico-economice.

În ceea ce privește scopul satisfacerii problemelor de mai sus cu privire la îmbunătățirea tehnologiei recon-ditionării unor piese principale ale motoarelor de tractor - cîmbiile de cilin-dru unode tratate tehnic prin călire superficială e alezajului.

Astfel în vederea că recon-ditionarea cîmbiilor de cilindru cuprinde două operații (alezare și honuire), cercetările întreprin-se de autor, sub conducerea competentă a tov.prof.dr.Șco. Ing. Olgăra Stănescu, se vor prezenta în două părți distincte, axate pe aceste două probleme.

PARTEA I

STUDII SI CERCETARI ANUPRA PROBLEMEI DE RECONDITIONARE

A CAMARILOR DE CILINDRI IN IN ALZARIE

In capitalele care urmează se va studia procesul de recondiționare a cămărilor de cilindri unede, tratate termic prin călire superficială și aliajului, de la motoarele de tractor.

In general motoarele de tractor sînt echipate cu acest fel de cămări.

Procesul de recondiționare, pentru obținerea unei calități superioare conform condițiilor tehnice impuse, întîmpină multe greutăți. Aceste datorită faptului că piesele au o rigiditate foarte mică, din cauza pereților lor subțiri, și o duritate a suprafeței interioare mare și neomogenă.

CAPITOLUL I

CONDITIILE TEHNICE DE BAZA ALE CAMARILOR DE CILINDRU

1.1. Condițiile de precizie impuse cămărilor de cilindru.

In figura 1 se prezintă cămăra cilindrului de la motoarele D-203.

Piesele sînt confecționate din fontă Fe Cr Cu 48.

Plecînd de la condițiile de lucru, materialul din care se execută cilindrul trebuie să satisfacă următoarele condiții :

- să reziste în bune condiții la uzură și coroziune ;
- să reziste la presiune mare.

Fonta folosită pentru cămăra de cilindru trebuie să aibă un coeficient de frecare mic, o mare conductivitate termică, o bună posibilitate de prelucrare și proprietatea de a menține lubrifierea. Compoziția chimică a fontelor utilizate pentru turnarea cămărilor de cilindru poate să fie, infernetiv, una dintre cele date în tabelul 2 [74 ; 130] .

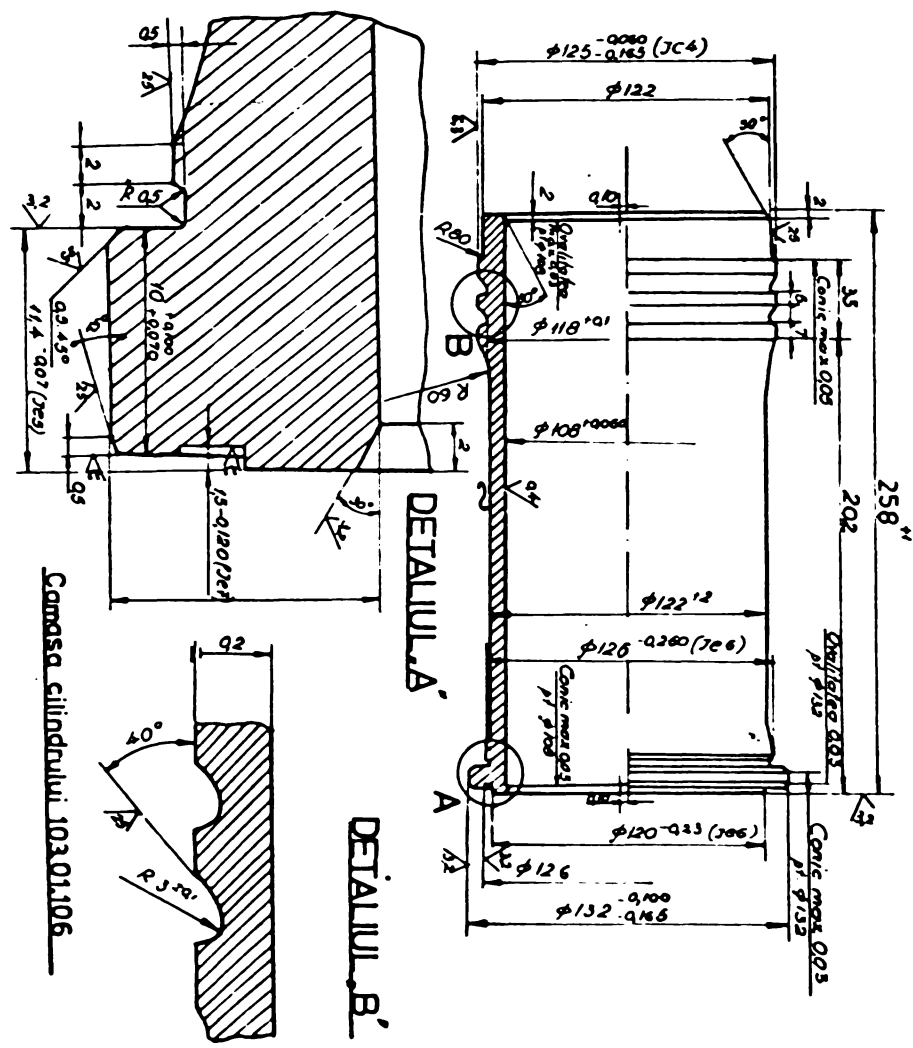


Fig.1 - Camasa de cilindru a motoarelor 1-105

Tabloul 2

Compoziția fontelor pentru cavitățile de cilindru

Q	Si	Mn	P	S	Si	Al	Ca
2,0-3,2	0,9-1,5	0,8-1,0	0,1-0,3	sub 0,12	0,6-1,2	0,9-1,5	-
2,5-3,2	0,9-1,3	0,8-1,0	0,1-0,3	sub 0,12	1,2-1,5	0,5	-
3,0-3,5	1,9-2,2	0,6-0,9	sub 0,25	sub 0,1		0,2-0,4	0,4-0,6

Condițiile tehnice cele mai importante impuse sînt următoarele :

- ovalitatea și conicitatea suprafeței interioare caz. 0,03 mm
- suprafețele exterioare cu diametrul de 132, 126 și 125 mm să fie concentrice cu suprafața interioară ;
- ovalitatea și conicitatea suprafeței exterioare cu diametrul de 132 mm poate să fie maxim 0,03 mm ;
- ovalitatea și conicitatea suprafeței exterioare cu diametrul de 125 mm poate să fie maxim 0,05 mm ;
- perpendicularitatea suprafeței frontale gulerului cu diametrul de 132 mm, față de axa de simetrie a suprafeței poate fi de maxim 0,1 mm.

În afară de aceste condiții se mai impune ca duritatea suprafeței interioare să fie de HB 330-370, pe adîncime de 1,8 - 2 mm. Aceasta se obține prin călire superficială, înălsirea făcîndu-se cu curenți de înaltă frecvență. Suprafața interioară trebuie să îndeplinească condițiile unei suprafețe de frecare, adică virfurile microasperităților să fie rotunjite (după cum se vede în fig.2) și să aibă calitatea cuprinsă în clase 0 9-e de netezime.



Fig.2 - Virfurile microasperităților

Condițiile enumerate se cer respectate deoarece cîmpurile de cilindrare sînt parte din piesele de mare uzură ale motorului și sînt supuse unor sollicitări care se caracterizează prin următoarele :

- temperaturi și presiuni mari de lucru ;
- pe partea superioară a alezajului are loc o frecare continuă (în urma arderii uleiului la fiecare cursă de lucru a pistonului) ;
- acțiunea corodantă a gazelor la temperaturi înalte și a condensatelor, care se depun pe pereții cîmpurilor de cilindrare ;

- scăderea abraziunii a particulelor dure, rezultate din ardere, și a particulelor introduse cu aerul aspirat, combustibil sau ulei.

Larecon condiționare, după normativul I.C.M.A [114] se alesează suprafața interioară a câmpilor de cilindru și se abrezează la cost de reparație. Condițiile tehnice sînt următoarele: suprafața prelucrată să fie curată, fără urme de prelucrare vizibile cu ochiul liber. Cămașa să fie fără porii sau crăpături. Calitatea și conicitatea suprafeței interioare maximă admisă 0,03 mm. Interiorul cilindrului trebuie să fie coaxial cu inelele de centrare a cilindrului în blocul motor, cu o abatere maximă de 0,08 mm.

Trebuie menționat că, condițiile tehnice cele mai importante sînt precizia aliajului (ovalitatea și conicitatea suprafeței interioare).

După cum se știe, uzura cilindrilor și a segmentilor de la motoarele cu ardere internă, depinde de mulți factori, dintre care forma necorespunzătoare a cilindrilor este unul dintre cei mai importanți. Conicitatea și ovalitatea contribuind la scăderea maselor în camera arzătoare rezultă deranjarea regiunii termice al motorului și ridicarea temperaturii pistonului, segmentilor și pereților cilindrului. Totodată gazele distrug pelicula de ulei, aporind indirect uzura, ceea ce intensifică și mai mult scăderea maselor. În consecință, fenomenul progresază, fiind însoțit de aruncarea uleiului prin țevă de scurgere a carterului, de întepenirea segmentilor, iar în unele cazuri de consumul uleiului și fumegare.

În cazul cînd scăderea maselor este intensă, apar uzuri anormale, arderea metalului și uneori griparea și defectarea totală a motorului.

După datele obținute în cursul studiului motoarelor de autovehicul, la ovalizarea cilindrilor de 0,013 mm și la conicitatea maximă de 0,025 mm, consumul de ulei este de două ori mai mic decît atunci cînd ovalizarea cilindrilor este de 0,038 mm și conicitatea de 0,05 mm [15].

Este necesar de subliniat că, pentru obținerea unei conicități și ovalități a suprafeței interioare a cilindrului de maxim 0,03 mm după aliajul acestei trebuie să aibă ovalitatea maximă admisă de 0,03 mm iar conicitatea maximă admisă 0,06 mm.

Pentru realizarea condițiilor tehnice impuse enunțate mai sus, mai ales la precizia de formă a pieselor, se întîmpină multe

prețului. Aceasta datorită faptului că, căștile de cilindru sînt piese cu pereți subțiri și cu secțiuni diferite a peretelui de-a lungul axei de simetrie.

Repartul : $\frac{D_{\text{ex}}}{D_{\text{in}}} \approx 1,1$

in care: D_{ex} este diametrul exterior al piesei ;
 D_{in} - diametrul interior al piesei .

Se consideră că scurta fosse lor geometrice, adică a absenței de la formă cilindrică influențează cel mai mult tensiunile interne și deformațiile elastice ce apar în timpul prelucrării sub acțiunea forțelor de așchiere, în special a forței radiale F_r precum și cele care apar la fixarea piesei pentru prelucrare și a ferulelor turnice.

Se știe că în condiții de uzură, semifabricatele din care se prelucresc aceste piese sînt turnate cu un adăoc de prelucrare mare și neuniform, iar în condiții de reconstrucție piesele sînt uzate neuniform. În plus, duritatea suprafeței de lucru variază, nu numai în secțiunile transversale ci și în secțiunile longitudinale [39] .

În figura 3 este prezentată diagrama uzurii cilindrilor notozului B-103.

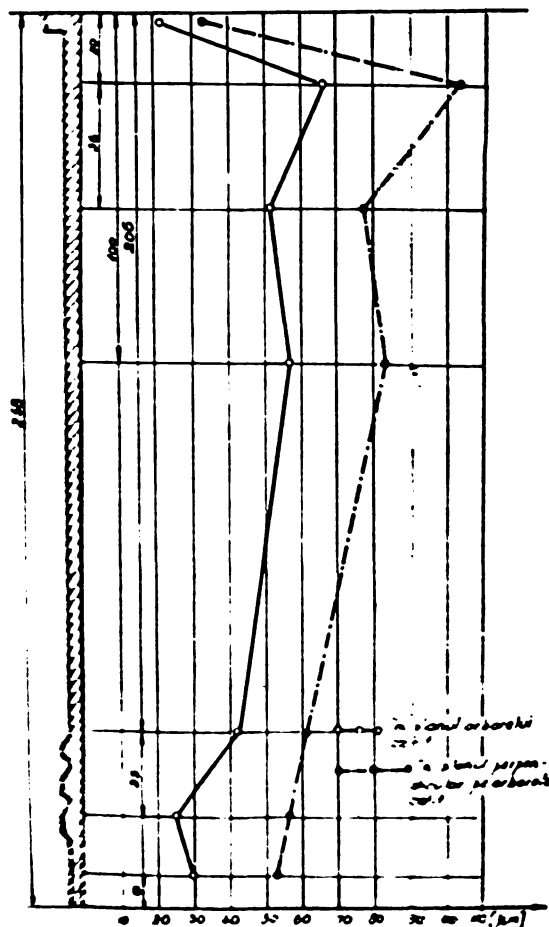


Fig.3 - Curbe caracteristice a uzurii cilindrilor de cilindru după genere - toase

Diagrama este realizată de autor. Pentru obținerea preciziei necesare, autorul a măsurat un număr de 100 câmbi uzate, care au fost trimise la reparație capitală.

1.2. Variația durității stratului superficial a claseiului

Prin reconstrucție, se îndepărtează de pe suprafața cilindrilor un strat de metal, ceea ce presupune o reducere a durității suprafeței de lucru și în consecință micșorarea duratei lor de funcționare.

În realitate, din analizele de laborator efectuate s-a constatat că, stit duritatea și grosimea stratului C.I.F. la câmbiile de cilindru reconstrucționate asigură funcționarea corespunzătoare a motorului și pe o durată aproximativ egală cu durata de funcționare a unei câmbii de cilindru nou [255].

Observațiile experimentale au arătat că duritatea stratului scade de la câmbiile de cilindru variază conform fig.4. După reconstrucție, diametrul câmbiilor este ales la o cotă nouă prin achiziție unui strat de metal aproximativ 0,5 mm pe suprafața de lucru, aceasta, după cum se vede din figura 4, nu conduce la reducerea durității suprafeței pieselor respective.

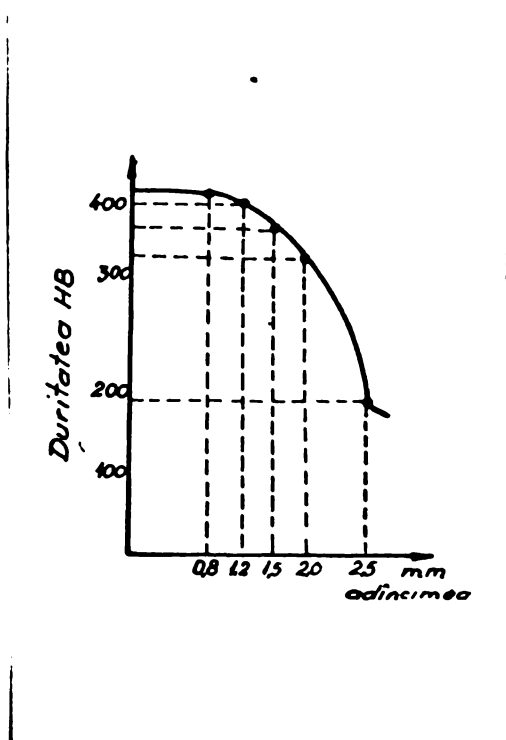


Fig.4 - Curba variației durității stratului cilindrului pe suprafața de lucru a câmbiilor de cilindru

1.3. Variația parametrilor funcționali ai motorului

Valorile parametrilor funcționali ai motorului D-103 sunt reprezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Caracteristicile motorului D-103

Caracteristică constructivă sau funcțională	Unitatea de măsură	Valoarea
P	kW	48
n	rot/min	1.800
ϵ	-	17
D_n	mm	108
D_e	mm	109
V	cm ³	75
V	l	4,76
r	mm	130

In care:

- P este puterea motorului ;
- n - frecvența de rotație nominală a motorului ;
- ϵ - raportul de comprimare ;
- D_n - diametrul nominal al cilindrului ;
- D_e - diametrul cilindrului ales ;
- V - volumul camerei de ardere ;
- V - volumul de lucru inițial ;
- r - raza manivalelor.

In general, prin alungirea cilindrului se produce o scădere a volumului de lucru, camera de ardere nemodificându-și mărimea și forma, ceea ce conduce la creșterea raportului de comprimare, potrivit relației :

$$\Delta \epsilon = \frac{V' - V}{V} \quad (1.1)$$

in care:

- $\Delta \epsilon$ este creșterea raportului de comprimare ;
- V' - volumul de lucru realizat prin alungire.

Tinând seama că

$$V = \frac{V}{\epsilon - 1} \quad (1.2)$$

rezultă că

$$\Delta \varepsilon = (\varepsilon - 1) \left[\frac{D^2}{D_0^2} - 1 \right] \quad (1.3)$$

Noul raport de comprimare, în funcție de cel inițial, va fi dat de relația:

$$\varepsilon^* = \varepsilon + \Delta \varepsilon = \frac{D^2}{D_0^2} (\varepsilon - 1) + 1 \quad (1.4)$$

Înlocuirea valorilor din tabelul 3 în relația (1.3) rezultă: supracomprimarea determinată alezării cilindrilor la motoarele Diesel 103 este 0,3 ceea ce reprezintă o creștere a raportului de comprimare cu 1,7 %, creștere care nu influențează decalajarea arderii în motor [266].

În afara de reducerea prețului de cost, procesul de secundarizare a cilindrilor de cilindru este considerat util și oportuno dacă durata de funcționare a acestora este egală cu a celor noi, și totodată se mențin parametrii energetici inițiali ai motorului.

Din analiza de mai sus, se demonstrează faptul că, alezarea cilindrilor de cilindru nu conduce la efecte negative asupra durabilității și a parametrilor caracteristici ai motorului.

PARTEA II

SCADUL AERIAL (PE CLASIFICATIA) INSTITUTUL ALBASTRU DE INVESTIGARI SI CONSTRUCTII DE INGINERIE

In conditiile actuale de productie, alezarea cilindrilor de cilindru se realizeaza pe o masina de alezat cu un singur arbore tip HEP 200 x 450 (Fig.5).

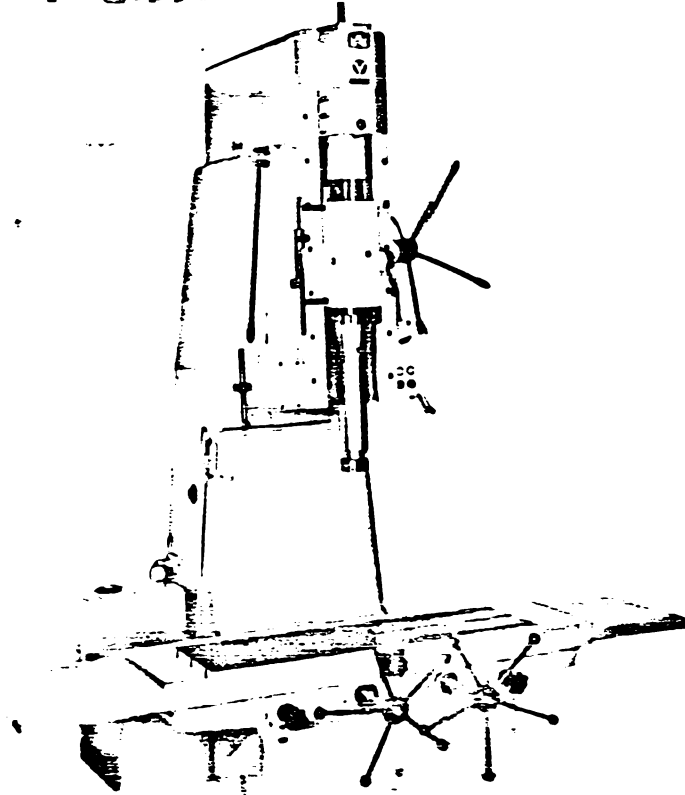


Fig.5 - Masina de alezat tip HEP 200 x 450.

Avantajele deosebite ale acestei masini sunt inalta precizie de lucru cit si o rugozitate buna a suprafetelor alezate.

Schema cinematica a masinii de alezat este reprezentata in figura 6.

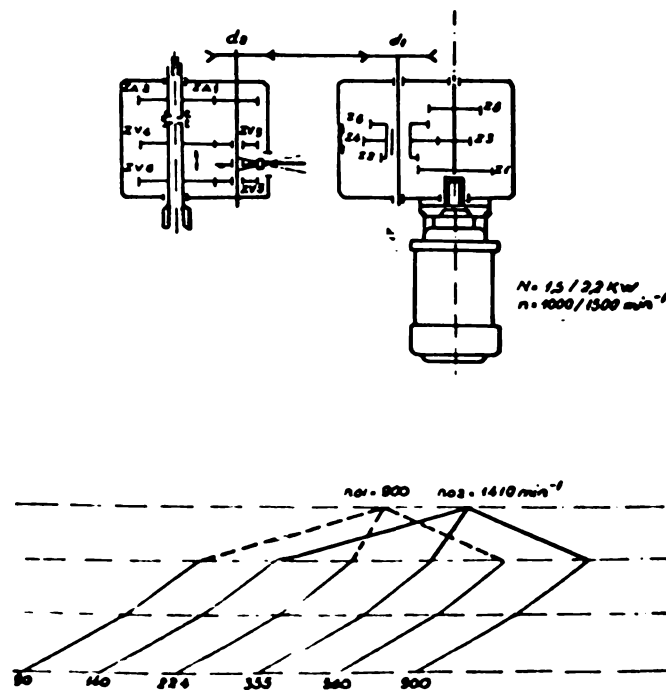


Fig.6 - Schema cinematica a masinii de alezat

Tranziția constă dintr-un motor trifazat cu comutator de poli și dintr-o cutie de viteze cu trei trepte.

Pentru prelucrarea pieselor la arborile principale realiză 6 frecvențe de rotație cuprinse în intervalul 90 ... 900 rot/min (90 ; 140; 224; 355; 560; 900 rot/min).

În figura 7 este reprezentată diagrama vitezei de aşchiere.

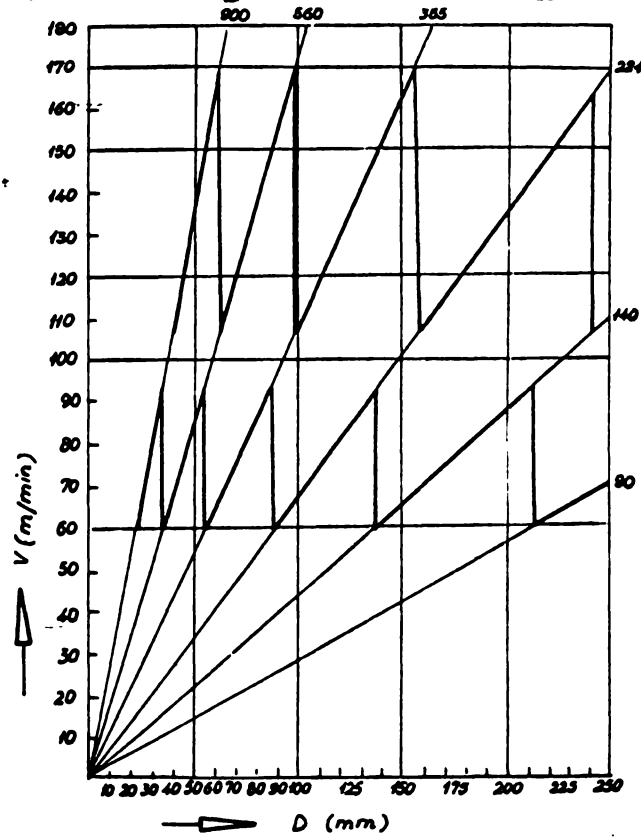


Fig.7 - Diagrama vitezei de aşchiere

Uzina producătoare recomandă ca, pentru prelucrarea pieselor confecționate din fontă, viteza de aşchiere să fie în intervalul de 60 ... 95 m/min.

Regina de așezat dispune inițial din fabricație, de două ovansuri:

- $a_1 = 0,063$ m/rot pentru degroșare și
- $a_2 = 0,0315$ m/rot pentru finisare.

Operația de așezare aplicată la uaina de reparării (I.A.F), se execută în două faze:

1. Așezarea de degroșare cu frecvența de rotație $n_1 = 90$ rot/min ($v = 31,8$ m/min) și ovansul $a_1 = 0,063$ m/rot ;
2. Așezarea de finisare cu frecvența de rotație $n_2 = 140$ rot/min ($v = 47,3$ m/min) și ovansul $a_2 = 0,0315$ m/rot.

De menționat că vitezele recomandate mai sus (sunt pentru degroșare și pentru finisare) sînt mult mai mici decît cele reco-

realizate de usina constructoare (VAB VEIKHODNANETITABRIT VOOLAND PLANN I. VOGL).

Alegerea parametrilor geometrici ai părții echietoare a oculei este necorespunzătoare, mai ales unghiul de etac principal „ β ” $< 90^\circ$ (fig.8), din cauza componentei forței radiale „ F_r ” și a vitezei mari, ceea ce provoacă vibrații puternice și ortorelaj neajuns de ales și deformarea elastică a semifabricatului.

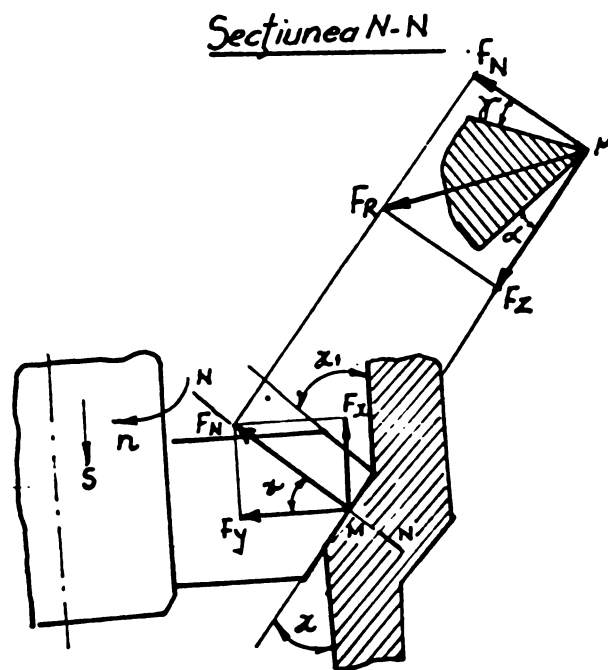


Fig.8 - Geometria părții echietoare a oculei aplicate în producție cu unghiul „ β ” $< 90^\circ$

Ambele faze de degroșare și de finisare sînt realizate cu o procedură de alesare cu un cingur cuțit, fabricat de usina producătoare (fig.9).

Detaliile obținute din rezultatele cercetărilor experimentale de autor la reconșionarea cilindrilor de cilindru ale motoarelor D-103, prin alesare cu capul de alesat cu un cingur cuțit în condițiile actuale de întreprindere, sînt arătate în anexa 3 tabelul 1, pe baza cărora s-au întocmit diagramele reprezentate în fig.10 și s-au calculat valorile „ \bar{x} ” și „ σ ”. De menționat că experimentele s-au realizat la 100 c/min și de cilindru. Pentru stabilirea ovalităților și a conicităților, măsurarea s-a efectuat în șapte secțiuni transversale, conform schemei din fig.40. Valorile conicităților și ovalităților se calculează după relațiile

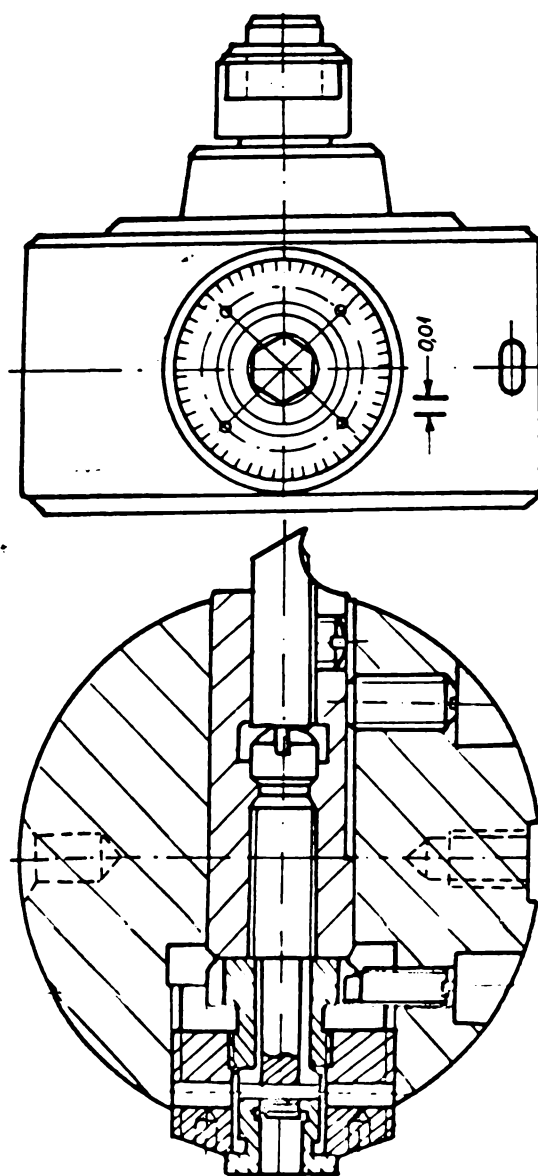


Fig. 9 - Pregătire de lucru cu un circuit cutit

(3.7) și respectiv (3.14), iar cele ale lui „ $\bar{\epsilon}$ ” și „ $\bar{\sigma}$ ” se calculează după relațiile (4.7) și respectiv (4.8).

După prelucrarea mecanică a detaliilor experimentale se obține media aritmetică a măsurătorilor (distorsiunile de formă) în secțiunile tras evercaile (ovalitatea) :

$$\bar{\epsilon}_y = 0,0902$$

iar cea în secțiunile longitudinale (conicitatea)

$$\bar{\epsilon}_z = 0,0775$$

Mediile aritmetice în secțiunile transversale (ovalitatea) :

$$\bar{\sigma}_y = 38,7 \cdot 10^{-3}$$

iar cea în secțiunile longitudinale (conicitatea)

$$\bar{\sigma}_z = 33,9 \cdot 10^{-3}$$

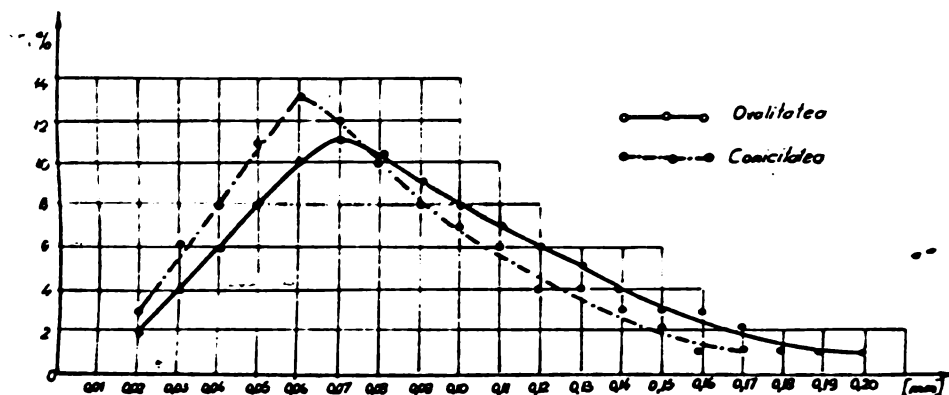


Fig. 10 - Distribuție ovalității și conicității la prelucrarea cu un singur cuțit.

Din rezultatele obținute mai sus, se trage concluzia că precizia pieselor alezate (ovalitatea și conicitatea) la reconstrucționarea câmpilor de cilindru prin alezare cu cepul de alezat cu un singur cuțit, este foarte redusă, piesele rebutate fiind multe (tabelul 7). Aceasta se datorează variației forțelor de aşchiere și a sursei a componentei radiale „ F_y ” care produce deformații și vibrații ale arborelui reginii.

Forțe radiale „ F_y ” variază în limite relativ mari datorită unor cauze multiple și surse:

- neuniformitatea adăosului de prelucrare, datorită erorilor de formă inițială (fig. 5) ;
- neomogenitatea durității straturii de material aşchiat ;
- uzura accentuată a părții aşchietoare a sculei ;
- lipsa de rectilitate a ghidajelor arborelui principal și jocul existent în ghidaj ;
- alegerea necorespunzătoare a geometriei părții aşchietoare a sculei.

Trebuie menționat că la strunjirea interioară, pentru realizarea unei precizii ridicate a pieselor prelucrate și obținerea unei productivități mari se întîmpină mai multe greutăți în comparație cu prelucrarea exterioară prin aşchiere.

Procesul strunjirii interioare se deosebește de cel al strunjirii exterioare mai ales prin faptul că, la strunjirea interioară diametrul sculelor are întotdeauna o rigiditate mult mai mică decât la strunjirea exterioară.

Intr-adevăr, dacă sculele nu sînt rigid fixate, în locurile unde există o grosime ceva mai mare a adosului de prelucrare va apărea o presiune mai mare a sculei și deci o cădere micșorată a ratei aleanajului în acest loc (dacă piesa este destul de rigidă). De aceea, în urma unei tăceri, diametrul aleanajului nu poate fi obținut destul de precis dacă grosimea adosului îndepărtat nu a fost uniformă, în plus ansa aleanajului care se strunjește poate fi deviată.

Rezultatele cercetărilor experimentale demonstrează că abaterile de la forma geometrică în cazul reconstrucției sînt mult mai mari decât cele în cazul fabricației, aceasta pentru că aleanarea, în cazul reconstrucției decurge în condiții mai vitrege decât în cazul fabricației [127].

În cazul reconstrucției, datorită faptului că uzura pieselor reconstruite este mare și neuniformă (fig.3) aceasta duce la variație adîncinii de așchiere.

Datorită variației adîncinii de așchiere și durității stratului așchizat, forța de așchiere (respectiv componenta F_y a forței de așchiere) este mare și variabilă. Expresia matematică a acestei componente, în funcție de adîncimea de așchiere și de duritatea stratului metalului așchizat, se poate scrie sub forma [190]:

$$F_y = C_3 s^{k_2} v^{j_2} HB^{n_2} \quad [190] \quad (2.1)$$

unde: C_3 este un coeficient în funcție de materialul de prelucrat și de materialul sculei așchietoare;

- s - adîncimea de așchiere, în mm;
- v - viteză de așchiere, în m/min;
- k_2, j_2 - exponenții adîncinii și vitezei de așchiere;
- HB - duritatea materialului prelucrat;
- n_2 - exponentul durității materialului de prelucrat.

Între exponenții k_2 , j_2 și n_2 există inegalitatea [190]:

$$j_2 < k_2 < n_2 \quad (2.2)$$

Iar valoarea $n_2 > 1$.

Variațiile adincirii de aşchiere și mai ales duritatea ne-uniformă a suprafeței prelucrate duc la variația forței de aşchiere care provoacă deformații neuniforme ale piesei. De asemenea, variația componentei „F_y” a forței de aşchiere provoacă și deformația elastică a sistemului tehnologic care se reflectă asupra preciziei de prelucrare.

Odată cu reducerea calității suprafețelor prelucrate, se observă și reducerea productivității muncii.

Timpul de bază (t₀) în procesul de aşchiere este :

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i \quad [\text{min}] \quad (2.5)$$

unde: L este lungimea tehnologică, în mm ;

n - frecvența de rotație a ogului de așchet, în rot/min ;

i - numărul de treceri ;

s - avansul de încaș, mm/rot.

Pe baza observațiilor efectuate, timpii de bază vor fi :

- pentru degroșare : t_{0d} = 45 min ;

- pentru finisare " t_{0f} = 57 min .

Între cele două faze este necesară oprirea mașinii pentru măsurarea, aşchirea și reglarea cușitului, adică un timp ajutător (t_a) aproximativ 11 min.

Din datele concrete de mai sus, se vede că în condițiile actuale, productivitatea muncii în procesul de așchetare a cămășilor de cilindru este foarte scăzută (q = 0,92 bua/oră).

Din analizele efectuate reiese că stivă calitatea pieselor prelucrate cât și productivitatea muncii la așchetarea cămășilor de cilindru, în întreprinderile de reparații, este încă foarte redusă.

În aceste condiții, sînt justificate preocupările de a găsi soluții de perfecționare a procesului tehnologic de așchetare, soluții de îmbunătățire a calității și creșterii productivității muncii.

CAPITOLUL III

CONTRIBUȚIA TEHNICII ÎN VIEȚA NAȚIONALĂ ÎN CALITATEA

CAVANTILOR DE CALITATEA MĂRII ASAMBLARE

După cum se știe, mărirea preciziei prelucrării mecanice este una dintre cele mai importante probleme ale economiei naționale. Mărirea preciziei de prelucrare, se îmbunătățește calitatea ajustajelor, se mărește precizia lanțurilor cinematice, se realizează interschimbabilitatea produselor, se reduce volumul lucrărilor de ajustare și egalizările de asamblare, totodată se mărește durabilitatea pieselor. Mai ales pentru cilindrii motoarelor, precizia de prelucrare a suprafeței de lucru are un rol deosebit de important. Aceste condiții la mărirea raportului de compresie, perfecționarea calității de ungere, reducerea consumului de lubrifiant, reducerea perioadei de rodaj, extinderea intervalului între revizii, reducerea vitezei de uzură a pieselor conjugate (pistonul și camșchița), adică la prelungirea perioadei de serviciu a motorului respectiv.

Descoperirea unor căi de dezvoltare a tehnologiei care să conducă la creșterea unor metode de mare productivitate a prelucrării și care să asigure totodată realizarea unei calități superioare a produselor, constituie o problemă de mare importanță.

3.1. Influența deformărilor pistonului asupra calității dispozitivului-șurub-nisă asupra preciziei dimensi- onale și ale formelor piesei prelucrate

În cazul prelucrării cilindrilor de cilindru, la mezinile de alezaj, erorile datorate deformărilor sistemului tehnologic MIMP ajung la o valoare însemnată.

Sistemul tehnologic MIMP se deformează sub influența eforturilor de ochiere și a altor forțe aplicate elementelor acestui sistem. În primul rând interesează deformările sistemului care se reflectă direct asupra preciziei de prelucrare, acestea sunt deformările care provoacă deplasarea tăgului șurubului în raport cu piesa, în direcție normală pe suprafața prelucrată.

Rigiditatea sistemului tehnologic elastic, MIMP se va defini prin raportul dintre componenta forței de ochiere după o direcție dată și deplasarea tăgului șurubului față de piesă pe aceeași direcție „y”.

În cazul aşchierii pe maşina de alesat, componenta F_y va produce o deplasare după direcţia radială cu o cantitate „ y ”, rigiditatea se va exprima prin relaţia :

$$R_y = \frac{F}{y} \quad [\text{daN/mm}] \quad (3.1)$$

Iar cedarea „ R ” este inversa a rigidităţii şi se exprimă în $\mu\text{m/daN}$. În felul acesta :

$$R = \frac{1000}{R_y} \quad [\mu\text{m/daN}] \quad (3.2)$$

Deformaţia în μm , se determină cu relaţia :

$$y = \frac{F}{R_y} \cdot 1000 = F_y \cdot R \quad [\mu\text{m}] \quad (3.3)$$

Deformaţia sistemului tehnologic elastic influenţează în mod special următoarele mărimi : discontinua reglată, ovalitatea şi concinitatea aleshajilor.

3.1.1 Precizia dimensiunii piesei prelucrate . Dacă defor-

maţia piesei prelucrate este neglijată, în timpul reglării la dimensiune fără înlocuire cu forţele de aşchiere, tălăşul sculei se aşază faţă de una din piese sau faţă de suprafaţa de referinţă, astfel încît după prelucrare piesa să aibă dimensiunile indicate pe desen. Dimensiunea reglată „ D_r ” nu este egală cu dimensiunea după desen „ D ” şi la determinarea corecţiei „ Δt ” pentru „ D ” trebuie să se ţină seama de acţiunea a doi factori :

- deformaţia sistemului tehnologic elastic „ y ” la cele două regimuri la care se va face prelucrarea, şi
- înălţimea asperităţilor rămase pe suprafaţa prelucrată „ h_p ” în care casele corecţiei pentru prelucrarea aleshajilor sînt totdeauna pozitive.

$$\Delta t = y + h_p \quad (3.4)$$

Dimensiunea reglată în stare uscată este a sistemului scute:

$$D_r = D + \Delta t \quad (3.5)$$

Pentru determinarea valorii „ y ” trebuie să se pornească

de la rigiditatea "intra". Trebuie să urmind că „y” este indica-
dii legit de adincimea de aşchiere potrivită „t_p” drept care se
consideră diferenţa dintre dimensiunea reglată şi dimensiunea pie-
sei după prelucrarea prealabilă.

Adincimea de aşchiere reală „t_{real}” se deosebeşte de adin-
cimea de aşchiere potrivită „t_p” cu valoarea deformaţiei „y”, adî-
că :

$$t_p = t_{real} + y \quad (3.6)$$

Dacă se notăm raportul dintre adincimea de aşchiere po-
trivită şi adincimea de aşchiere reală prin „s” (coeficientul de
potrivire) se obţine diagrama din fig.11 [214].

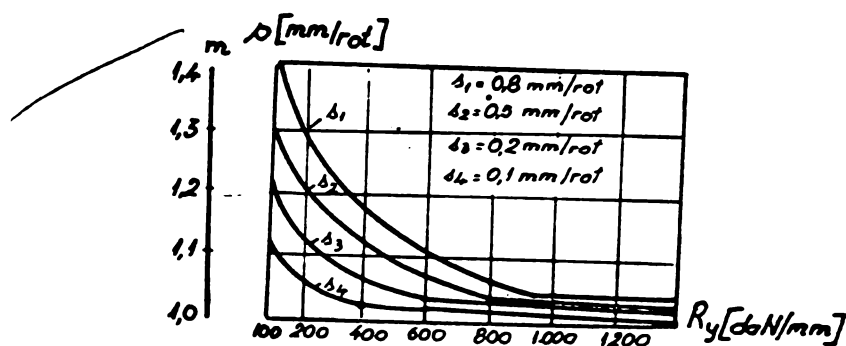


Fig.11 - Dependenta dintre coeficientul de potrivire
„s” și rigiditatea la diferite avansuri

Rezultă că, în cazul unei rigidități mici și a unei prelu-
crări cu avansuri mari, trebuie să se țină seama de respingerea
sculei, care în aceste condiții joacă un rol important. Acest fapt
trebuie luat în considerare în special atunci când se aplică așchi-
area intensivă.

Aplicarea metodei de prelucrare cu capul de așchiere cu mai
multe ouăte, prin divizarea avansului, duce la creșterea rigidită-
ții sistemului tehnologic elastic într-o măsură însemnată, totoda-
tă și la micșorarea avansului pe fiecare ouăte, acestea pot mic-
șorarea coeficientului de potrivire „s” adică așchirea precisiei
dimensiunii pieselor prelucrate prin așchiere.

3.1.2. Rigiditatea alezajilor. e știe că deformațiile elastice ale subansamblului axului principal la o sașină de alezat provoacă nu numai erori de dimensiune dar și erori de formă, deoarece pe măsură măririi părții în concoidă a axului port-cușit, rigiditatea se modifică.

În figura 12 este reprezentată diagrama de rigiditate a subansamblului axului principal la mașina de alezat în cele patru poziții [238].

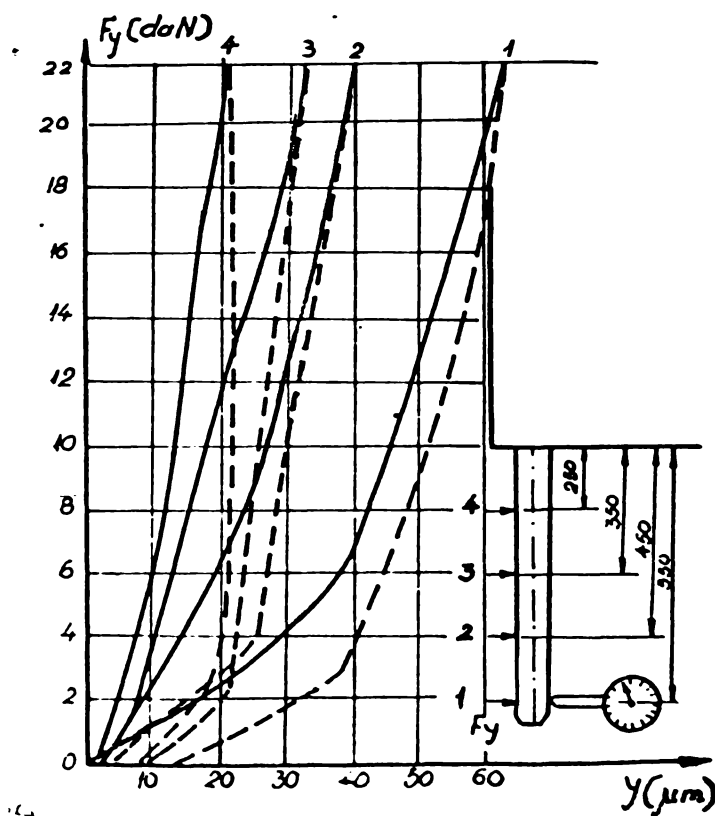


Fig.12 - Deformațiile subansamblului axului principal la mașina de alezat, la diferite mărimi a părții în concoidă

————— linia încălzirii
 - - - - - linia deconștrării

Cele patru linii continue arată variația deformațiilor elastice în cele patru puncte indicate ale piesei în cazul măririi șercinii, iar liniile punctate arată aceleași deformații în cazul micșorării șercinii.

Linile deformațiilor la încălzire sînt apropiate de liniile drepte care trec prin originea coordonatelor ceea ce indică aplicabilitatea legii lui Hooke pentru aceste deformații în limitele experienței și arată de asemenea că aceste deformații pot fi considerate ca deformații elastice. Linile deconștrării arată însă prezența

unei încercute întirzări a variației deformațiilor γ_{pl} de cele care se petrec în cazul încălzirii (histeresis). Această întirzare se explică prin influența frecărilor interne din metal, din cauza deformațiilor elastice.

Rezultă din diagramă că rigiditatea subansamblului anului principal nu este constantă, ci se modifică după mărimea conoalei anului port-capit și a forței de apăsare γ_{pl} .

Se știe că concititatea alezajului C_{a} într-un anumit plan longitudinal, se exprimă după relația :

$$C_{\text{a}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}} \quad (5.7)$$

Dacă se exprimă diametrele în funcție de diametrul reglet D_r și deformația γ (fig.13) se obține :

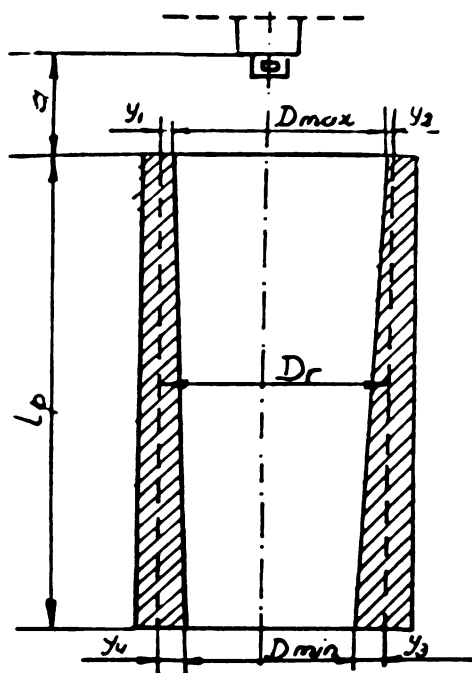


Fig.13 - Schema pentru calculul concitității alezajului

$$\begin{aligned} C_{\text{a}} &= [D_r - (y_1 + y_2)] - [D_r - (y_3 + y_4)] = \\ &= (y_3 + y_4) - (y_1 + y_2) \end{aligned} \quad (3.0)$$

în care:

- y_1, y_2 - deformațiile la viteza inițială a porțiunii în consolă a anului principal „s” (v.fig.13) ;
- y_3, y_4 - deformațiile de la viteza finală cu lungime în consolă a anului principal „s + l_p” ;
- l_p - lungime piesei prelucrate.

Exprinsnd pe „ y ” in funcție de „ F_y ” și „ R_y ” se obține:

$$C_e = F_y \left[\left(\frac{1}{R_{y3}} + \frac{1}{R_{y4}} \right) - \left(\frac{1}{R_{y1}} + \frac{1}{R_{y2}} \right) \right] \quad (3.9)$$

sau, exprinsnd-le in funcție de cedarea „ w ” se obține :

$$C_e = F_y \left[(w_3 + w_4) - (w_1 + w_2) \right] \quad (3.10)$$

Deși se înlocuiește cedarea cu anumite valori ale lungimii în consolă ale axului principal prin valorile lor medii, adică :

$$w_I = \frac{w_1 + w_2}{2} \quad \text{și} \quad w_{II} = \frac{w_3 + w_4}{2}$$

și se introduce notația :

$$w_e = w_{II} - w_I$$

se obține în final :

$$C_e = 2 F_y \cdot w_e \quad (3.11)$$

Valoarea conicității „ C_e ” trebuie să fie mai mică sau egală cu valoarea admisibilă „ C_{adm} ”, adică :

$$C_e \leq C_{adm} \quad (3.12)$$

sau, înlocuind valoarea „ F_y ” (2.1) în (3.11) :

$$C_{adm} \geq C_e = 2 C_{y \cdot s}^2 s^2 H^2 \cdot w_e \quad (3.13)$$

Deși, eficiența de aşchiere se stabilește pe baza valorii axonului de prelucrare, rezultă că, pentru reducerea conicității alezajelor, este necesar să se caute toate posibilitățile pentru reducerea forței de aşchiere, a axonului „ s ” și totodată mărirea rigidității sistemului tehnologic elastic.

3.1.3. Qualitatea alezajelor. Datorită deformării sistemului tehnologic elastic este înegalitate în planul orizontal (planul perpendicular cu axul principal al mașinii), se produce ovalitatea pieselor prelucrate prin alezare.

In figura 14 este reprezentată diagrama rigidității sub -

ansamblului principal în cazul a patru direcții de aplicare a sarcinii (partea în consolă fiind $h = \text{cocoș} = 550 \text{ mm}$) [299].

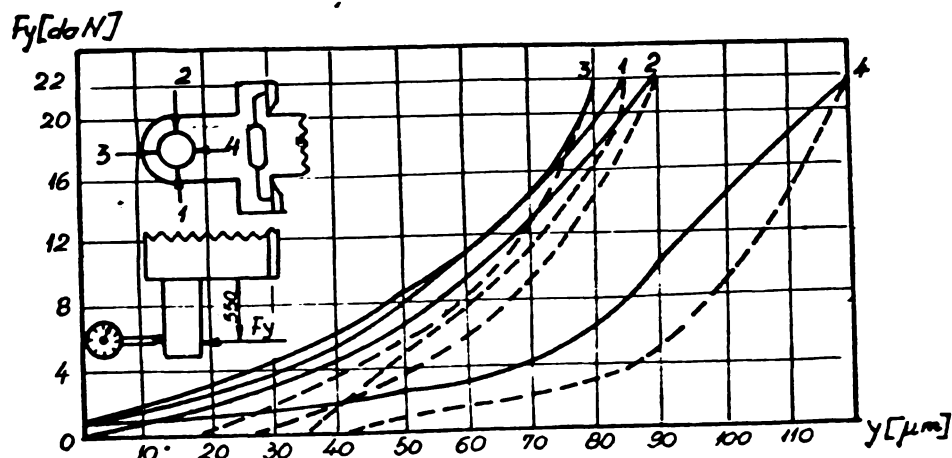


Fig.14 - Deformațiile subansamblului axului principal la mașina de așezat la aplicarea sarcinii în diferite direcții

Se observă din diagramă că rigiditatea nu este egală.

Deșigur, în cazul unei rigidități neuniforme pe cerc, nu se poate obține un așezaj corect, chiar dacă adăosul de prelucrare este foarte uniform. Iar cu mărirea părții în consolă a axului erorile se vor mari (Fig.12).

Valoarea ovalității așezajelor se exprimă prin diferența dintre diametrul maxim și cel minim în secțiunile transversale respective, adică :

$$O_s = D_{\max} - D_{\min} \quad (3.14)$$

Diametrul maxim „ D_{\max} ” se obține în planul în care rigiditatea medie $\frac{R^1_{y1} + R^2_{y2}}{2}$ este maximă, iar diametrul minim

„ D_{\min} ” se obține în planul în care rigiditatea medie $\frac{R^3_{y3} + R^4_{y4}}{2}$

este minimă, în care $R^1_{y1}, R^2_{y2}, R^3_{y3}, R^4_{y4}$ sînt valorile rigidi-

tărilor în secourile opuse ale celor două plane diferite.

Distanța aluzajului în diferite direcții poate fi exprimată în funcție de diametrul reglet „ D_F ” și de deformația sistemului.

Deoarece presupunem că deformațiile „ y_1' ” și „ y_2' ” în secutele secouri ale planului (1-2) sînt mai mici decît deformațiile „ y_3' ” și „ y_4' ” în planul (3-4) în acest caz obținem :

$$D_{\max} = D_F - (y_1' + y_2') ; \quad D_{\min} = D_F - (y_3' + y_4')$$

sau,

$$D_{\max} = D_F - \left(\frac{F}{R_1} y_1' + \frac{F}{R_2} y_2' \right) ; \quad D_{\min} = D_F - \left(\frac{F}{R_3} y_3' + \frac{F}{R_4} y_4' \right)$$

de unde rezultă ovalitatea :

$$\begin{aligned} O_o &= D_F - F_y \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - D_F + F_y \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \\ &= F_y \left[\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \right] \end{aligned} \quad (3.15)$$

Această ultimă expresie poate fi exprimată mai simplu folosind cedările, adică mărimile inverse ale rigidităților :

$$O_o = F_y \left[(w_3 + w_4) - (w_1 + w_2) \right] \quad (3.16)$$

$$O_o = 2 F_y (w_{II} - w_I) \quad (3.17)$$

în care:

$$w_I = \frac{w_1 + w_2}{2} ; \quad \text{iar} \quad w_{II} = \frac{w_3 + w_4}{2}$$

reprezintă cedările medii în planul (1-2) și respectiv în planul (3-4).

Introducînd notația :

$$W_o = w_{II} - w_I$$

obținem :

$$O_o = 2 F_y W_o \quad (3.18)$$

Și în acest caz se consideră că ovalitatea aluzajului se interesează numai rigidității nemiforme pe diferite direcții. Dacă

se dă ovalitatea admisibilă a alezajului, atunci :

$$O_{adm} \geq O_0 = 2 F_y E_0 = 2 C_{yt}^2 s^2 m^2 v_0 \quad (3.19)$$

Din formula (3.19) și din fig.10, rezultă că la sleșire, pentru mărirea preciziei de formă în secțiunea transversală este necesar să se asigure rigiditatea uniformă în toate direcțiile, totodată și reducerea șvanșului de prelucrare.

Din analiza de mai sus se concluzionează următoarele : la prelucrarea alezajelor pe mașina de alezat, unde rigiditatea sub-ansamblului șanului principal este foarte mică, aceste procedee erori sînt de dimensiune cit și de formă (ovalitatea și conicitatea) pieselor prelucrate într-o măsură însemnată. De aceea, pentru mărirea preciziei dimensiunilor și formelor pieselor prelucrate este absolut necesar să se caute toate posibilitățile pentru ridicarea rigidității sistemului tehnologic elastic mașină-unelte-șanul - pișcă, totodată reducerea componentei forței radiale „F_y” care acționează pe axul principal al mașinii și a șvanșului „s” (dacă ordinarea de echipare se stabilește pe baza valorii șvanșului de prelucrare, adică „v” = const).

3.2. Influența uzurii muchiei tăietoare a cutitului asupra preciziei pieselor prelucrate

Problema uzurii șculelor este legată strîns de cea a preciziei piesei prelucrate.

Uzura cutitului poate avea o influență complexă asupra preciziei piesei prelucrate. Astfel, uzura radială poate provoca o schimbare de dimensiune, uzura pe fețe de apăsare secundară dă naștere unei înrîutățiri a rugozității, deoarece se copiază pe piese de prelucrare, iar uzura pe fețe de apăsare principală și pe fețe de degajare hotărîsc durabilitatea șculei. De altfel, prin uzură, șcula își modifică geometria părții de lucru, ceea ce produce modificarea condițiilor de contact cu șchia și piese de prelucrat, cum și modificarea tuturor celorlalți parametri.

Efectele negative ale uzurii șculei sînt următoarele :

- schimbarea dimensiunilor diametrului piesei ;
- înrîutățirea calității suprafeței șchiate ;
- creșterea bruscă a eforturilor radiale „F_y” și axiale „F_x”

(creșterea lui F_y poate fi ca 250 % și a lui F_x , ca 150 % [154]) cu strângerea după sine a creșterii abaterilor de formă ale pieselor prelucrate, cum și a creșterii puterii necesare șchiării :

- creșterea vibrațiilor sistemului tehnologic ;
- creșterea temperaturii de șchiare ;
- creșterea uzurii sculei ;
- știrbirea tălăzurilor (pentru tălăzurile din aliaje dure) ;
- apariția fisiei lucioase pe piesă.

La alocarea câmpilor de cilindru cu un singur cuțit, rezultatele experimentale ale erorilor erorilor de ovalitate și conicitate pentru primele piese (după ascuțirea cuțitului) este 0,09 mm și respectiv 0,07 mm, iar pentru a doua piesă este 0,15 mm și respectiv 0,20 mm. Din datele de mai sus se scoate în evidență că uzura cuțitului are o influență puternică asupra preciziei de formă a pieselor prelucrate.

Trebuie menționat că influența uzurii sculei asupra preciziei de prelucrare apare mai accentuat în cazul prelucrării pe mașini unelte cu mai multe scule și la scule cu mai multe muchii șchiatoare. Uzura neuniformă a muchiilor provoacă erori dimensionale diferite la suprafețele prelucrate de fiecare sculă. La sculele cu mai multe muchii, uzurile neuniforme a muchiilor produc erori și mai însemnate [203].

Factorii care influențează asupra uzurii sculelor sînt: viteza de șchiare, unghiul și stîncimea de șchiare, materialul prelucrat, materialul sculei, geometria sculei, condițiile de răcire etc. Numeroși cercetători au ajuns la concluzia că, influența cea mai mare asupra regiunii în care se formează uzura, e sa viteza de șchiare și grosimea șchii [154] .

La strunjirea forței cu cuțite ardate cu plăcuțe din cerburi metalice (din grupa X), uzura are loc pe fața de degajare și pe fața de așezare fig.15 [154] .

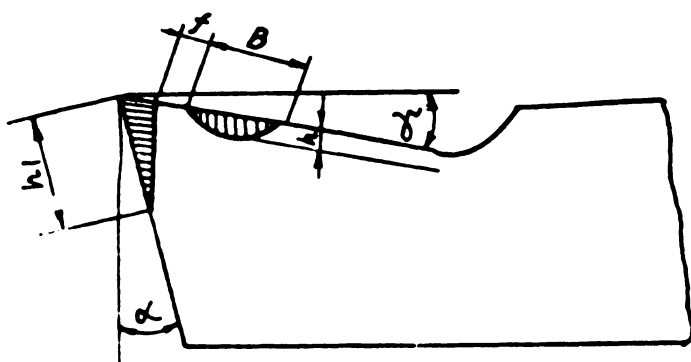


Fig.15 - Uzura cuțitului pe fața de degajare și fața de așezare

3.2.1. Influența parametrilor regimului de aşchiere asupra durabiliteţii sculelor. Pentru calculul uzurii, literatura de specialitate recomandă relațiile următoare [156] :

$$h = C \cdot t^{M_1} \cdot s^{M_2} \cdot v^{M_3} \cdot \tau^{M_4} \quad (3.20)$$

$$h_1 = C_1 \cdot t^{M_1'} \cdot s^{M_2'} \cdot v^{M_3'} \cdot \tau^{M_4'} \quad (3.21)$$

unde: h, h_1 sînt arătate în fig.15

- C, C_1 - coeficienți care depind de materialul care se prelucurează și materialul sculei ;
- v - viteza de aşchiere, în m/min ;
- s - avansul longitudinal, în mm/rot ;
- t - adîncimea de aşchiere, în mm ;
- τ - timpul de aşchiere, în min.

Exponentii M_1, M_2, M_3, M_4 și M_1', M_2', M_3', M_4' se determină experimental.

Exponentii lui „ τ ” (M_4 și M_4') sînt apropiați de unitate. În ceea ce privește ceilalți exponenți, există relație :

$$M_1 < M_2 < M_3 \quad \text{și} \quad M_1' < M_2' < M_3'$$

Adică influența cea mai mare asupra uzurii o are viteza de aşchiere (al cărui exponent este 2) și în ordine descrescătoare, avansul, apoi adîncimea de aşchiere.

Pe de altă parte, s-a stabilit în mod experimental, relație funcțională între parametrii aşchierii și durabilitatea sculei după formula [205] :

$$T^z = \frac{C^0}{v \cdot s^2 \cdot a^2} \quad [\text{min}] \quad (3.22)$$

unde:

- T - perioada de durabilitate a sculei între două aşchiri, exprinsă în minute, din timpul de lucru al mașinii ;
- z - exponent de durabilitate ;
- C^0 - coeficient care depinde de materialul prelucrat, materialul sculei și condițiile de lucru.

Exponentii „x” și „y” sînt mai mici decît unitatea. Ca și rezultatul anterior, relația stabilită mai sus arată că asupra durabilității sculei influențează cel mai mult viteza de aşchiere iar eficiența și evanul mai puțin.

De aici reiese că în alegerea parametrilor de aşchiere, mai ales cei ai vitezei și evanului de aşchiere, trebuie să se țină seama de influența acestor parametri asupra uzurii sculelor.

a) Viteza de aşchiere. În legătură cu uzura relativă și viteza de aşchiere, cercetările experimentale au ajuns la următoarele concluzii importante [132; 133; 134; 135; 136; 238].

Uzura relativă a sculei cu aliaj dur este mare în cazul vitezelor de aşchiere mici. Ea se micșorează repede la scăderea vitezei, atingînd un minim la o valoare corespunzătoare a acesteia. Dacă viteza continuă să fie scăzută, uzura relativă crește (fig.16).

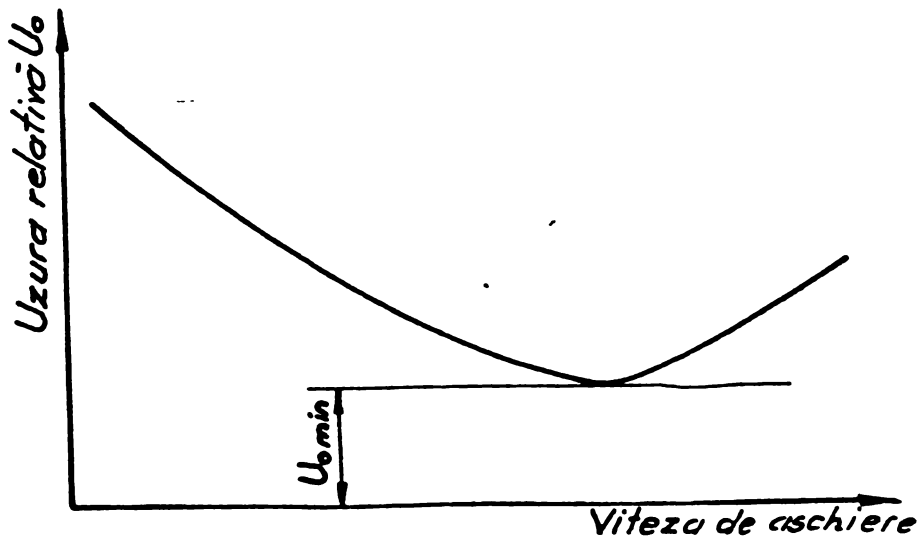


Fig.16 - Variația uzurii relative a cuțitelor cu plăcuțe din carburi metalice în funcție de viteza de aşchiere

Uzura relativă sau specifică se determină raportîndu-se uzura la lungimea de aşchiere :

$$U_o = \frac{U_n \cdot l}{l} \quad (3.25)$$

unde:

U este uzura normală a cuțitului în timpul lucrului,

în mm ;

l - lungimea aşchietă în metri, corespunzătoare sondei de uzură normală.

Diagrame de mai jos indică existența unei viteze optime pentru care scula echipetare prezintă o durabilitate dimensională maximă.

Rezultatele unor cercetări privind uzura cuțitelor cu plăcuțe din aliaj dur la strunjirea interioară de netezire a unor piese din fontă tratată termic cu compoziția 3,37 % C; 0,60 % Mn; 2,2 % Ni; 0,17 % P; 0,11 % S și 0,11 % Cu și 0,12 % Bi, semifabricatele au dimensiunile $L = 200$ mm; $D = 120$ mm; $d = 110$ mm și au fost călțite la $t = 850^{\circ}\text{C}$ și apoi cupuse unei reveniri la $t = 220^{\circ}\text{C}$, duritatea materialului după tratamentul termic a fost $HRC = 375 - 400$, au dus la următoarele concluzii valoroase :

Pentru vitezele de echipare cuprinse între 75 și 105 m/min uzura se produce relativ uniform ; pentru vitezele de echipare cuprinse între 120 și 150 m/min, se observă creșterea uzurii într-un ritm accelerat. Domeniul vitezelor de echipare cuprinse între 75 și 105 m/min trebuie considerat ca optim în cazul strunjirii interioare de netezire a pieselor din fontă călțită [135]. Cercetările experimentale au mai arătat că, una vitezei optime de echipare asigură rugozitatea minimă a suprafeței prelucrate [107].

Pe de altă parte, în legătură cu viteza de echipare, productivitatea mașinii și durabilitatea sculelor, cercetările recente au ajuns la concluzia că, odată cu creșterea vitezei de echipare, productivitatea mașinii crește până la o anumită valoare maximă, apoi începe să scadă (fig.17) [74 ; 205]. Aceasta se explică

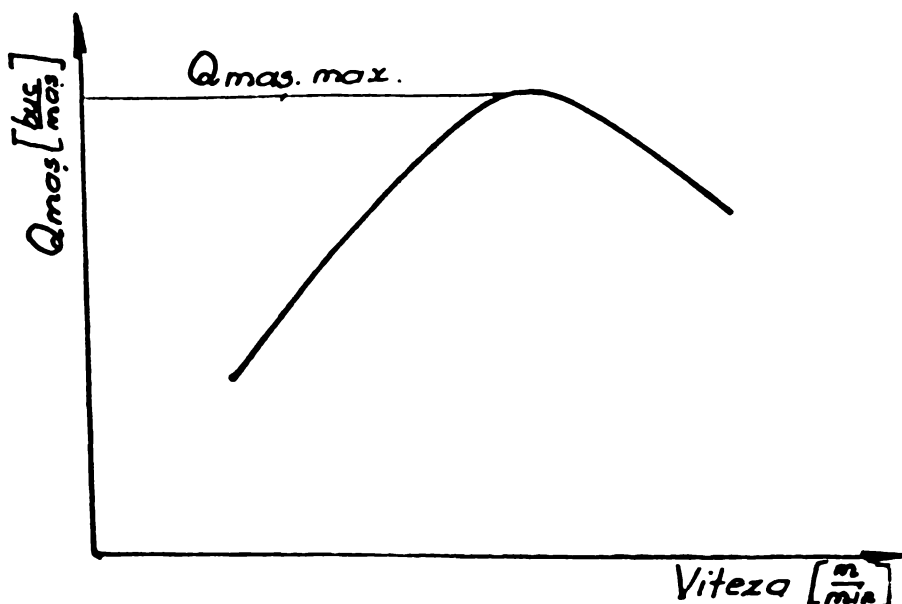


Fig.17 - Variație productivității mașinii în funcție de viteză de echipare

prin faptul că, odată cu creșterea vitezei de aşchiere, se micșorează durabilitatea sculei. Din această cauză pierderile de timp pentru schimbările dese ale sculei, cheltuielile suplimentare pentru reconstrucția și confecționarea sculelor, pot face ca mărirea vitezei de aşchiere să nu fie rentabilă.

Concluziile de mai sus sînt decise de valoarea din punct de vedere al alegerii vitezei de aşchiere în scopul mării productivității, preciziei pieselor prelucrate și reducerii cheltuielilor de producție.

În condițiile actuale la reconstrucționarea cămășilor de cilindri, datorită rigidității foarte mici a sistemului tehnologic, viteza de aşchiere este limitată. În general, procesul se realizează cu viteze mult mai mici decît cea optimă ($v = 30$ m/min); acestea corespund cu uzura specifică mare și binișteles nu este productiv.

Caracteristicile experimentale ale autorului la alegerea cămășilor de cilindri cu scopul de a se alege cu mai multe cuțite arată că în acest caz se ajunge la mărirea apreciabilă a rigidității sistemului tehnologic, ceea ce permite mărirea vitezei de aşchiere la valoarea optimă.

b) Apusul de lucru. Pentru mărirea productivității muncii este necesară mărirea semnificativă a procesului respectiv (formule 2.3). Însă mărirea semnificativă a vitezei de aşchiere este limitată de condițiile calității suprafeței aschiate, iar din punct de vedere al durabilității sculelor, după cum s-a arătat mai sus, odată cu mărirea semnificativă, uzura sculelor crește, adică durabilitatea se micșorează într-o măsură însemnată. Explicația creșterii intensității uzurii și micșorării durabilității la creșterea semnificativă, constă în faptul că, la creșterea acestui element stit aşchierii de aşchiere, cît și depășirea tăgului crescut. Literatură de specialitate recomandă că la procedeele de strunjire interioră nu se poate face prelucrarea cu semnuri mari, deoarece forțele de aşchiere vor provoca deformarea sistemului și vor apare erori la prelucrare, de asemenea pot apărea vibrații, ceea ce va determina înfrîntarea calității suprafeței prelucrate [205]. În condiții obișnuite de prelucrare, căile mării semnificativă a vitezei de aşchiere în scopul mării productivității muncii sînt anihilate de dificultăți. Prin înlocuirea sculei de așchiere cu un singur cuțit cu cel cu mai

cuțite, prin divizarea avansului, se pot înfățișa neajunsurile de mai sus.

Este de remarcat că, nu se poate lucra nici cu grosimi prea mici (avansuri prea mici) ale eșchiei, datorită faptului că centrul de presiune al eșchiei se apropie de muchia trifidului, deci uzura este intensă [154, 203]. Astfel, între uzura relativă a sculei U_0 și avansul de lucru există o legătură prezentată în fig. 13 [107].

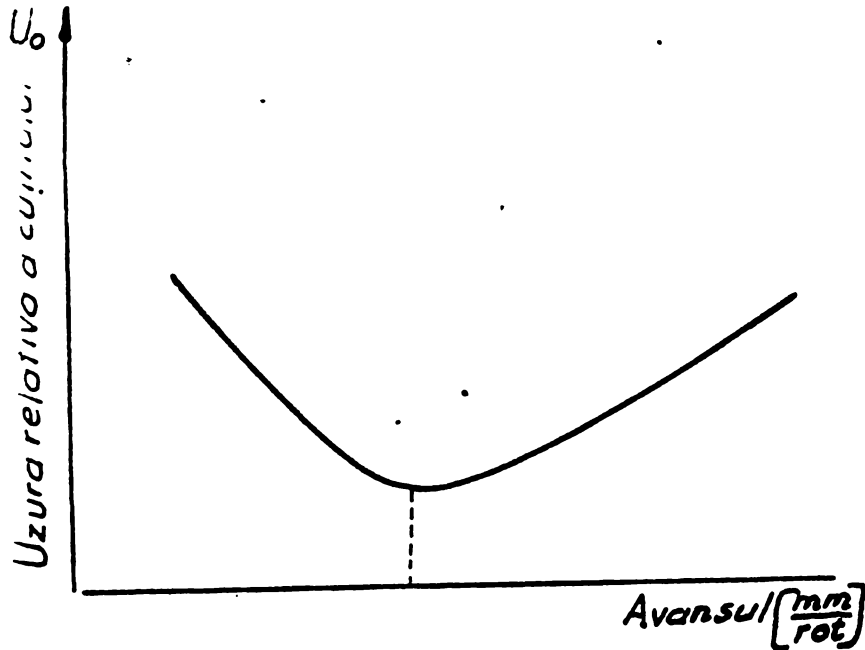


Fig. 13 - Variația uzurii dimensionale relative U_0 în funcție de avans

De aceea, dacă se prelucrasea cu oșpul de aleset cu mai multe cuțite prin divizarea avansului este absolut necesar stabilirea numărului muchiilor eșchietoare, pentru ca numărul muchiilor eșchietoare să nu fie mai mult decât cel optim și nici util.

3.2.2. Influența parametrilor geometrici ai sculelor asupra uzurii lor.

O influență foarte puternică asupra durabilității sculelor este parametrul geometric lor. De aceea, alegerea geometriei optime a sculelor, are un rol important pentru mărirea durabilității, totodată și mărirea productivității muncii, a preciziei de formă cit și de dimensiune a pieselor prelucrate, a netezimii suprafeței prelucrate și reducerea vibrațiilor sistemului tehnologic elastic MUMF.

Se consideră ca geometrie optimă a tăigului, acele forme a fețelor și acele valori ale unghiurilor sculei active care îndeplinesc următoarele condiții:

- să permită aşchierea cu forțe minime ;
- să ducă la o viteză de usură minimă și deci la o durabilitate efectivă maximă ;
- să asigure prelucrarea suprafeței cu rugozitatea prescrisă sau necesară de la caz la caz ;
- să reducă la minimum vibrațiile în procesul de aşchiere.

Prin urmare, determinarea valorilor optime pentru acești parametri se bazează nu numai pe cunoașterea influenței fiecăruia asupra durabilității tăigului, ci și asupra forței de aşchiere, asupra rugozității și asupra vibrațiilor, precum și asupra condițiilor de formare și degajare a aşchilor etc.

a) Unghiul de stac principal β_m . Creșterea unghiului strâns după sine o scădere a suprafeței de contact dintre feța de aşchiere principală a sculei și cea de aşchiere a piesei. Rezultă de aici că și prestațiile se măresc pe această față vor crește odată cu măririi unghiului de stac principal, ceea ce va duce la scăderea durabilității sculei.

Înăi, studiarea unghiului de stac principal arată în evidență că nu se poate vorbi de o valoare optimă ca în cazul celorlalte unghiuri, în sensul că curbele de durabilitate în funcție de unghiul „ β ” nu au un maxim [196].

Această cauză face ca alegerea unghiului „ β ” să se facă de cele mai multe ori după alte criterii decât cele valori optime din punct de vedere al durabilității sculei.

De știe că, condițiile de rigiditate ale sistemului tehnologic sînt cele care limitează valoarea unghiului „ β ”.

Cu cît unghiul de stac principal „ β ” este mai mic, cu cît vibrațiile sînt mai intense, deoarece în acest caz crește forța radială „ F_y ” [298].

Mărire forței radiale „ F_y ” se produce prin măririi unghiului „ β ” (fig.19) după formula cunoscută :

$$F_y = F_g \cdot \cos \beta \quad (3.24)$$

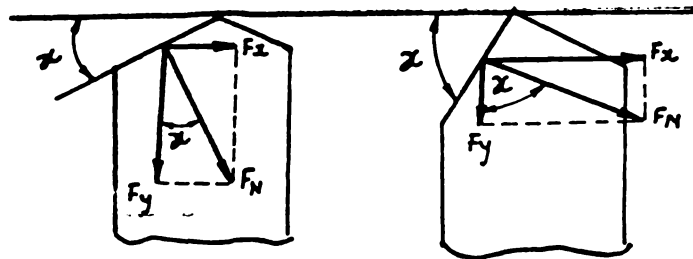


Fig.19 - Influența unghiului de etec principal „ α ” asupra forțelor „ F_y ” și „ F_x ”

Forța radială „ F_y ” care acționează asupra cuțitului exercită o influență esențială asupra intensității vibrațiilor sistemului SUI P. Cu cât „ F_y ” este mai mare cu atât și deprecarea semifabricatului și a grupelor suportului mașinii unscită este mai mare și invers, ceea ce duce la abateri sunt de dimensiune cât și de formă a pieselor prelucrate. De aici rezultă că, la prelucrare unde rigiditatea sistemului tehnologic este mică, ca și la prelucrarea câmbiilor de cilindrii pe mașina de alesat verticală, trebuie folosite cuțite cu unghiuri de etec principale mari, deoarece cuțitele cu unghiuri „ α ” mici provoacă o deprecare mare și totodată vibrații. De multe ori, literatură de specialitate recomandă prelucrarea în condițiile unde rigiditatea sistemului tehnologic este insuficientă, acolo trebuie folosit unghiul „ α ” cu valori între $80 - 90^\circ$ [2; 45; 64; 154; 203; 238].

b) Unghiul de etec secundar „ α_1 ” este avantajos să fie cât mai mic, pentru o bună netezire a suprafeței prelucrate. După cum se știe, rugozitatea suprafeței prelucrate în funcție de unghiul de etec secundar „ α_1 ” se deduce după relația :

$$R_0 = \frac{R}{\cos \alpha + \cos \alpha_1} \quad (\text{pentru } z=0) \quad (3.25)$$

unde:

H_0 este înălțimea teoretică (calculată) a caperităților :
 s - unghiul în $[\text{mm/rot}]$;

Pe de altă parte, avantajul constă în aceea că se mărește volumul și masa capului sculei și se mărește temperatura în virful sculei, în urma unei mai bune îndepărtări a căldurii înopre corp. Deci se poate recomanda ca orientativ, față de diferite valori ce se pot da unghiului de atac principal, ca unghiul de atac secundar să fie totuși ales încît unghiul la virf „ ϵ ” să aibă cel puțin 90° .

În general, pentru o bună netezire a suprafeței prelucrate se recomandă pentru „ H_1 ” valori de $2 - 5^\circ$ [54; 64].

e) Unghiul de aşezare „ α ”. Datorită deforșărilor plastice ce au loc în zona desprinderii aşchii între suprafața de aşezare principală și cea de aşchiere a piesei se creează o suprafață de contact. Pe această suprafață de contact lucrează forțele de frecare, de mărime cărora depinde evoluția uzurii în timp. Unghiul „ α ” are rolul de a îndepărta de la suprafața principală a sculei de cea de aşchiere a piesei. Este evident că odată cu creșterea acestui unghi va scădea suprafața de contact. În cazul unui regim de aşchiere constant și al unui unghi de deșajare de asemenea constant, se poate considera că deforșările ce au nastere în piesă și sculă sînt constante. Adăuțînd această ipoteză putem spune că variația unghiului de aşezare principal va face ca suprafața de contact să crească sau să scadă ceea ce atrage o scădere sau o creștere a presiunilor ce se exercită pe această suprafață.

Pentru valorile mici ale unghiului „ α ” vom avea o suprafață de contact mare, care face ca uzura să se manifeste inițial pe o suprafață mare și din această cauză, pentru a atinge uzura limită este necesar un timp scurt. Pe măsură ce unghiul de aşezare principal crește, crește și presiunea pe suprafața de contact din cauză că ea se mărește.

Evoluția uzurii va fi mai lentă pe măsură ce suprafața de contact se mărește pînă cînd creșterea presiunilor pe această suprafață ajunge suficient de mare ca să accelereze uzura pe suprafața de contact. Din acest moment evoluția uzurii în timp va fi mai rapidă pe măsură ce unghiul de aşezare principal crește.

Pe de altă parte, o valoare mare a unghiului de aşezare reduce unghiul de aşezare „ β ”, $[\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)]$ ceea ce duce la micşorarea rezistenţei tăgăului cutitului.

Măritarea unghiului de aşezare este mai avantajoasă la aşchierarea metalelor tenace (oţel) decât de materialele fragile (fontă) la care suprafaţa de contact între faţa de aşezare a sculei şi piesă este mai mică şi deci frecările şi forţele de aşchiere sînt mai mici decît în cazul materialelor plastice.

Bate de menţionat că măritarea unghiului de aşezare la cutitul de strunjit interior trebuie ceva mai mare şi să se mărească pe măsură micşorării diametrului aleshului, care se va strunji, deoarece în caz contrar, cutitul se va sprijini cu capătul inferior al machiei de aşezare pe suprafaţa aleshului [22; 205].

În cazul de fontă, literatura de specialitate recomandă o valoare optimă a unghiului de aşezare, $\beta \dots 10^\circ$ [64; 202].

d) Unghiul de degajare „ γ ”. Odată cu creşterea unghiului de degajare, eforturile de aşchiere scad. Această scădere strage după sine o micşorare a presiunilor ce sînt naştere pe feţele de contact dintre sculă, piesă şi aşchis, scăzînd astfel şi forţele de frecare. Se poate deci afirma că odată cu creşterea unghiului „ γ ” evoluţia uzurii în timp se face mai lentă. Această concluzie este valabilă pînă la o valoare optimă a unghiului „ γ ”, deoarece o creştere mai departe a valorii acestui unghi strage după sine apariţia unor fenomene noi. Într-adevăr, creşterea unghiului „ γ ” micşorează robusteţea machiei aşchietoare. Acest lucru se face simţit pentru valori mai mari decît „ γ_{opt} ”. Deoarece după această valoare orice creştere a unghiului de degajare adaugă la uzura produsă pe suprafeţele de contact şi distrugerea machiei aşchietoare a cărei rezistenţă se dovedeşte insuficientă în cazul de fontă.

La aşchierarea unui material mai dur, valoarea unghiului de degajare care dă o durabilitate maximă este mai mică decît în cazul aşchierii unui material mai moale. În cazul de fontă, rezultatele cercetărilor experimentale recomandă ca „ γ_{opt} ” să fie între $0 - 5^\circ$. [64; 133; 134; 135; 136].

e) Raza de racordare „ r ”. C altă cale prin care se poate ajunge la creşterea durabilităţii s-a dovedit a fi raza de racor-

dere a virfului cuțitului. Acest element al geometriei sculei influențează asupra durabilității în mod similar cu unghiul de atac principal. Causa constă în faptul că odată cu creșterea razei de recordare crește și lungimea muchiei aşchietoare a cuțitului, care vine în contact cu materialul piesei. Din acest motiv va crește și suprafața de contact de pe fețe de aşchiere principale a cuțitului și deci se va obține o scâdere a presiunilor specifice pe această suprafață de contact, care duce în mod evident la o creștere a durabilității sculei. Rezultă că, cu cât raza mai mare de recordare cu atât mai mult va crește durabilitatea sculei.

Raze de recordare executată în mod corect duce la o creștere a durabilității de 30 - 80 %, ceea ce designar are o mare importanță asupra economiei de scule [200]. Această creștere de durabilitate nu se distorează numai îmbunătățirilor pe care se le aduce condițiilor de evoluție a usurii pe suprafața de contact ci și faptul că duce la o creștere a robusteții virfului cuțitului.

În afară de acestea nu trebuie omisă influența pe care o are raza de recordare asupra calității suprafeței prelucrate. Astfel pentru un Evans constant, cu cât raza de recordare va fi mai mare, cu atât se va obține o calitate de suprafață mai bună. Aceasta deoarece, odată cu creșterea razei de recordare, scada suprafața rămasă după aşchiere.

Rugozitatea suprafeței prelucrate în funcție de raza de recordare se calculează după formula cunoscută [45; 65; 201].

$$R_o = \frac{2}{3} \frac{v}{f} \quad (\text{pentru } s < r; r \neq 0) \quad (3.26)$$

unde:

„s” este Evansul de lucru în, mm/rot.

Ce și în cazul unghiului de atac principal și aici vor apărea vibrații pentru raze mari de recordare. Experimental, s-a dovedit că o rază de recordare mică aduce după sine o amortizare mare a vibrațiilor cuțitului [45]. De aceea, alegerea mărinii razei de recordare trebuie făcută și în funcție de rigiditatea sistemului piesă-scule- mașină unscită.

Literatură de specialitate recomandă valorile razei de recordare să fie alese între $r = 0,1 \dots 0,5$ mm, atât pentru carburi metalice cât și pentru diamante [45].

În cazul de față, raza de recordare „r” este considerată ca optimă când este de 0,25 mm [132].

3.2.3. Influența materialului sculelor asupra uzurii lor. Uzura sculelor depinde foarte mult de materialul sculei [238]. Pentru materialul plăcuței aşchiatoare, în cazul de față literatură de specialitate recomandă carburi metalice. Aliajele cu wolfram-cobalt sînt mai tari și mai puțin fragile decît aliajele cu wolfram-titan-cobalt. Acestea se explică prin faptul că, acestea din urmă au o cantitate mai mare de carburi de titan liber, care sînt foarte fragile. De aceea la prelucrarea fontelor, la care se obține o aşchie „fărănișetă” și apare o sollicitare cu șoc pulsatorie în apropierea vîrfului cutitului, trebuie să se folosească aliaje din grupa wolfram-cobalt. [2 ; 68]

Cercetările experimentale recente, au arătat că metalul dur KO 1 este foarte rezistent la uzură la temperatură înaltă și permite strunjirea de finisare și de semifinisare a pieselor din fontă etic în cazul strunjirii fără șocuri, cit și în cazul strunjirii cu șocuri. Metalul dur KO 1 permite o întărire a regiunilor de aşchiere la strunjirea fontei și prin urmare o creștere importantă a productivității muncii [135 ; 185 ; 235].

Pentru ușurarea alegerii plăcuței respective, în tabelul 4 se reprezintă corepondența plăcuței KO 1 ale unor producători diverși.

3.3. Influența dispozitivelor

Se știe că, aşezarea piesei direct pe mașina unscaltă cu verificarea poziției ei, este procedul cel mai imperfect de aşezare. Procedul cel mai perfecționat este aşezarea piesei în dispozitiv, aceasta asigură manevrarea piesei în timpul prelucrării cu o acuratețe precisă și cu un consum ^{minim} de timp. La aşezarea piesei în dispozitiv se elimină complet necesitatea trecerii (operații scumpe, decareea necesită un mare volum de muncă și calificare ridicată) sau verificării poziției piesei.

Prin folosirea dispozitivelor raționale în procesele tehnologice se cunosc la :

- creșterea productivității muncii ;
- îmbunătățirea preciziei prelucrărilor ;
- reducerea eforturilor depuse de muncitori în procesul de prelucrare ;

Correspondente plantei K O 1 ale unor producatori diversi

Grupa de cultivare	DIN (vechi)	URU	R.D. German	R.P. Poland	Austria	Franta	R.F. Germania	Italia	Ungaria	EC 1																																																																																																																																																	
EC 1	D2	V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																																																												
																V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																																														
																														V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																																
																																												V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																		
																																																										V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																				
																																																																								V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																						
																																																																																						V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																								
																																																																																																				V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																										
																																																																																																																		V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																												
																																																																																																																																V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1														
																																																																																																																																														V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1
V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																																																														
														V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																																																
																												V22 V23	MARET	BALDORN	TIZI	BOHNER	STEFAN	VIOARA	VI DIA	MARIA (R. K. K. K.)	HARMAN (Holland)	VANDURE (Austria)	VINO (Austria)	CORVIA (Austria)	EC 1																																																																																																																		

- lărgirea posibilităților tehnologiei ale utilajului existent etc :

Unele din acestea, pentru îmbunătățirea calităților pieselor prelucrate și mărirea productivității muncii este absolut necesară proiectarea și aplicarea dispozitivelor cele mai raționale pentru procesul tehnologic respectiv.

Deformațiile elastice ale piesei apar în muncă sub influența forțelor de apăsare, ci și sub influența forțelor de fixare, adică sub influența reacțiilor reacșionelor și sub acțiunea diferitelor feluri de stringeri.

Deformațiile piesei din cauza forțelor de stringere se pot manifesta de asemenea datorită de paterne asupra preciziei prelucrării, deoarece suprafața prelucrată poate fi deviată după scoaterea piesei de pe mașina unscultă, din cauza deformației ei de către forțele de stringere. Acest fapt are o importanță deosebită în cazul prelucrării pieselor cu pereți subțiri și cu stabilitate redusă, ca și cămășile de cilindrii. Așa, de exemplu, în cazul strunjirii unei bușe cu pereți subțiri, se va produce o deformare din cauza stringerii ei în universalul cu trei fileți (fig.20 a).

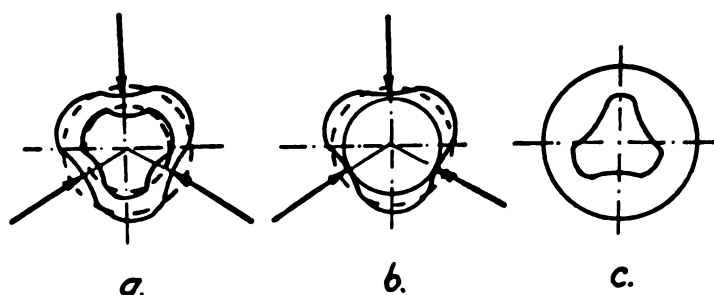


Fig.20 - Influența stringerii asupra devierii formei suprafeței prelucrate la piesele cu pereți subțiri

După prelucrare, suprafața ei interioară este corespunzătoare (fig.20 b) dar după scoaterea din universal, suprafața interioară se schimbă (fig.20 c), ca urmare a revenirii deformațiilor elastice produse la fixare.

Deformarea sub acțiunea forțelor de stringere se poate determina și prin calcul. [51: 225]. Când piesa se fixează într-un

dispozitiv cu trei puncte de strângere, deformația din secțiunea transversală în dreptul forței de strângere are valorile :

$$\Delta_g = 0,0199 \frac{F_g \cdot R^3}{E I} \quad (3.27)$$

unde:

- Δ_g - deformații cauzate de forțe de strângere ;
- F_g - forțe locale de strângere ;
- R - raza piesei ;
- E - modulul de elasticitate al materialului de prelucrat ;
- I - momentul de inerție al secțiunii piesei.

Prinderea piesei pe mașina-unscaltă și fixarea ei trebuie să asigure poziția față de suprafețele de bază și să reducă la minimum deformațiile provocate de dispozitivele de strângere. În același timp, fixarea trebuie să fie destul de sigură, pentru ca piesa să nu-și modifice poziția sub acțiunea epiteirii de aşchiere și a altor forțe.

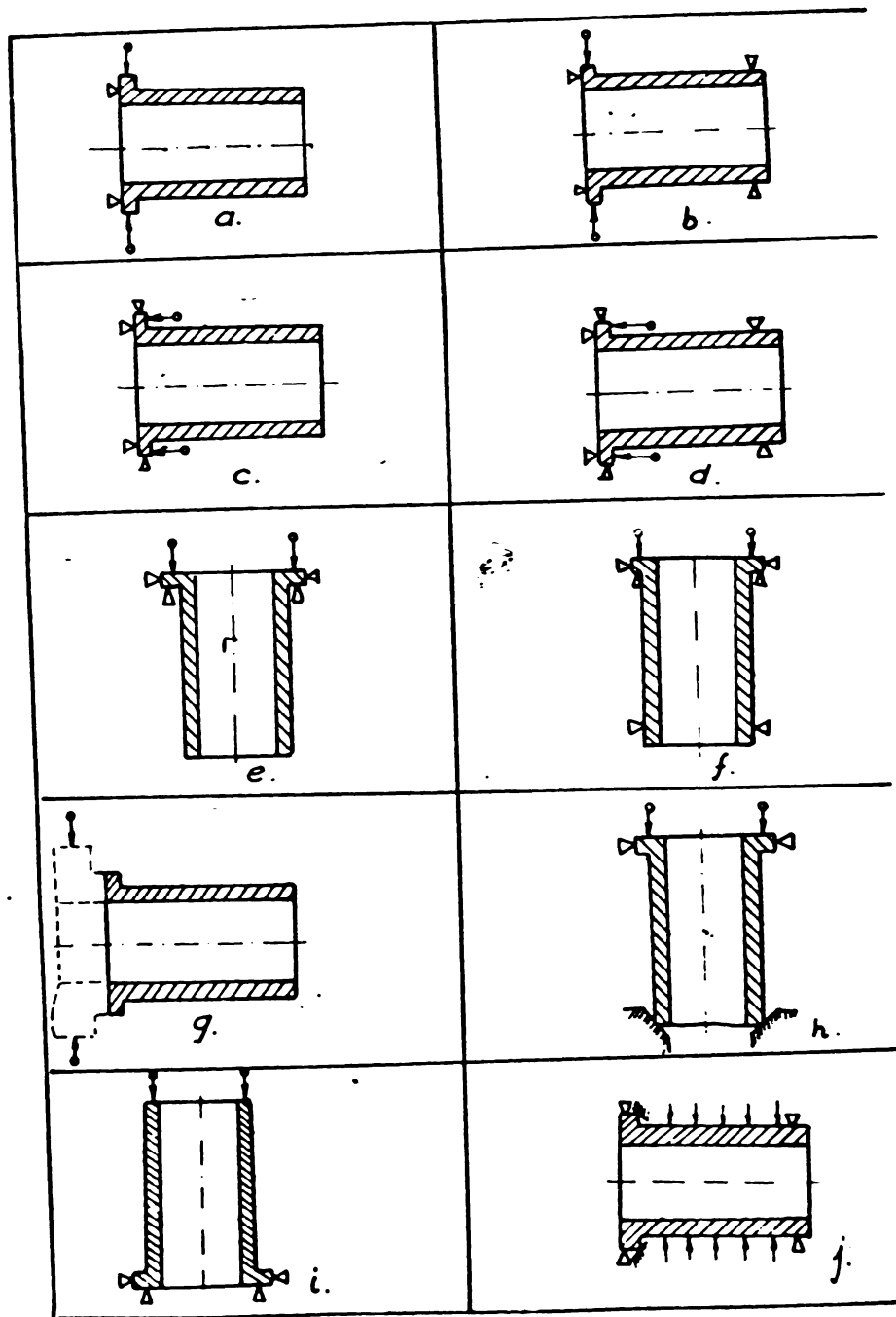
În tabelul 5 se reprezintă scheme de fixare a cămășilor de cilindri în dispozitivele de strângere, utilizate în tehnologia de prelucrare.

Din analiza schemelor de fixare, se vede că, la prelucrarea cămășilor de cilindri prin folosirea unui dispozitiv conform schemei „J” și a sculei cu mai multe muchii aşchietoare dispuse simetric, erorile de prelucrare sînt minime [51].

3.4. Influența forțelor de aşchiere asupra deformațiilor elastice ale piesei prelucrate

În subcapitolul 3.1 s-a analizat influența deformației sistemului elastic asupra preciziei pieselor prelucrate, unde se neglijează deformațiile piesei sub influența forțelor de aşchiere, care apar în timpul prelucrării. Însă în cazul de față, cilindrii sînt compari de revoluție cu pereți subțiri, care sub acțiunea forțelor de aşchiere se deformează relativ ușor.

3.4.1. Așchirea cu două cutite dispuse simetric. În cazul epiteirii schemei de așchiere cu două cutite, datorită geometriei părții aşchietoare a cutitului așchist, epiteiat în uzină și precizat în literatură, componente forței de aşchiere pe direc-



via radială are valori relativ mari. Deformația cilindrii cilindricului pe aceste direcții în secțiune transversală, se poate calcula considerând bușe de lungime foarte mică [126], schematic reprezentată în fig.21.

Pentru a calcula deformația pe direcția de acțiune a forțelor „ J_y ” (componentele radiale ale forțelor de aşchiere), se face o secțiune pe această direcție, astfel că sistemul static neîntârziat (fig.21 a) se transformă într-un sistem de bezi static determinat, reprezentat în fig. 21 b. Urmează a determina momentele în -

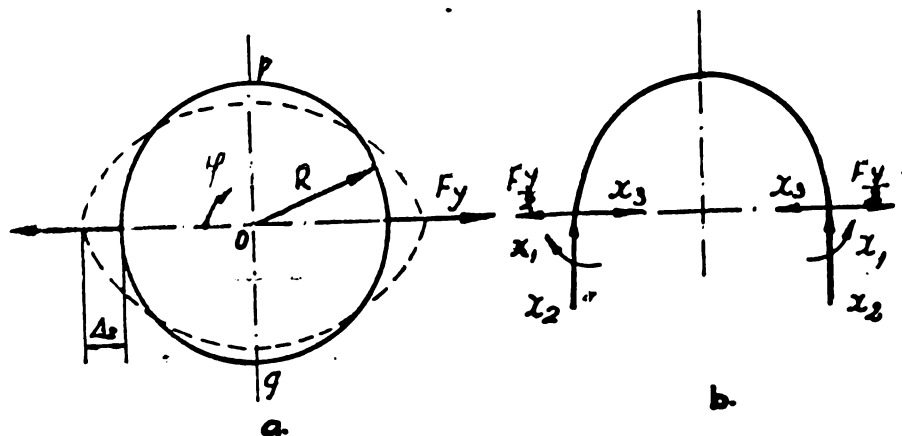


Fig.21 - Scheme de acționare a forțelor la prelucrarea cu două cuțite
 a) sistem static nedeterminat
 b) sistem de bază static determinat

incovoietoare „ X_1 ”, forțele tăietoare „ X_3 ” și forțele axiale „ X_2 ”. Datorită simetriei, eforturile vor fi simetrice. Irei necunoscute: X_1, X_2, X_3 , două dintre acestea pot fi determinate folosind ecuațiile de echilibru static ($\sum X = 0 ; \sum Y = 0$).

$$\left. \begin{aligned} \sum X = 0 &\rightarrow X_3 = \frac{F_y}{2} \\ \sum Y = 0 &\rightarrow 2X_2 = 0 \rightarrow X_2 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.28)$$

Conștient de forțele tăietoare și axiale (3.28) cadrul devine odată static nedeterminat, rămânând ca necunoscută static nedeterminată momentul încovoietor „ X_1 ”. Se scrie condiția de deplasare, care exprimă faptul că rețelele secțiunii nu trebuie să se rotească. Se notează cu „ δ_{11} ” deplasarea unghiulară sub acțiunea momentului unitate $X_1 = 1$ și cu „ δ_{10} ” deplasarea unghiulară în cazul încălzirii sistemului de bază cu forțele date. Ecuația canonică este:

$$\delta_{11} X_1 + \delta_{10} = 0 \quad (3.29)$$

Utilizând formula Maxwell - Mohr pentru calculul săgeții:

$$\delta_{11} = \int \frac{M^2}{EI} ds \quad (3.30)$$

in care:

- M - momentul determinat în orice secțiune de-a lungul axei x ;
- n - momentul unitate ($n = 1$);
- ds - elementul diferentțial;
- E - modulul de elasticitate al materialului piesei;
- I - momentul de inerție axial.

Se vor determina deplasările angulare δ_{11} și δ_{10}

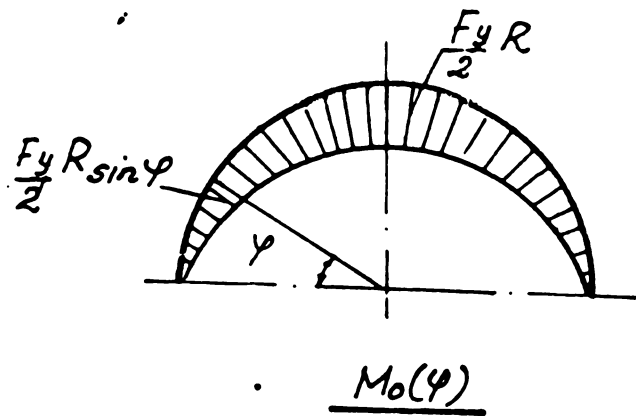
$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \int_0^{2\pi} R^2 ds = \frac{1}{EI} \int_0^{2\pi} R^2 d\varphi = \frac{R^2}{EI} \int_0^{2\pi} d\varphi = \frac{2\pi R^2}{EI} \quad (3.31)$$

iar:

$$\delta_{10} = \frac{4}{EI} \int_0^{\frac{\pi}{2}} M_0(\varphi) R ds \quad (3.32)$$

unde:

$$M_0(\varphi) = \frac{F_y R}{2} \sin \varphi \quad (3.22)$$



$$\delta_{10} = \frac{4}{EI} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{F_y R}{2} \sin \varphi R ds = \frac{2 F_y R^2}{EI} \quad (3.33)$$

Introducând valorile deplasărilor unghiulare „ δ_{11} ” și „ δ_{10} ”, calculate cu formulele (3.31) și respectiv (3.33) : în ecuația canonică (3.29), se găsește valoarea momentului încovoietor :

$$X_1 = - \frac{F_y R}{\pi} \quad (3.34)$$

Făcând o suprapunere de efecte, momentul final va avea următoarea expresie:

$$M(\varphi) = M_0(\varphi) + X_1 \quad (3.35)$$

$$M(\varphi) = \frac{F_y R}{2} \sin \varphi - \frac{F_y R}{\pi}$$

sau:

$$M(\varphi) = F_y R \left(\frac{1}{2} \sin \varphi - \frac{1}{\pi} \right) \quad (\text{fig. 23}) \quad (3.36)$$

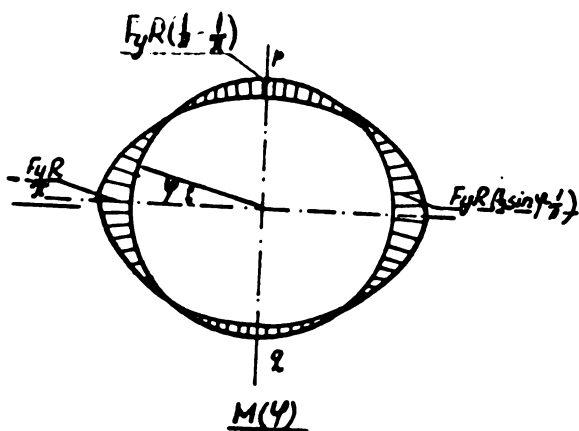


Fig. 23

Din figura 23 se poate vedea că în punctele de aplicare ale forțelor „ F_y ”, momentele încovoietoare, au valoare negativă, și prin urmare fac să mărească înclinul, în timp ce în secțiunile „ p, q ” momentele încovoietoare sînt pozitive și deci măresc înclinul. Se explică astfel forma deforșată a înclinului, punctată în fig. 21 a.

Deplasarea Δ_2 a punctului de aplicație a fiecărei forțe în sens radial, sub acțiunea sistemului de două forțe, se poate calcula utilizând formula Maxwell-Mohr, aplicată cadrului a cărei încălzire este cunoscută :

$$\Delta_2 = \frac{1}{EI} \int_0^{2\pi} M(\varphi) m_1 d\varphi \quad (3.37)$$

În cazul momentului încovășitor m_1 datorită sarcinii-unitate $P_y = 1$ este :

$$m_1 = \frac{1}{2} R \sin \varphi \quad (\text{fig. 24})$$

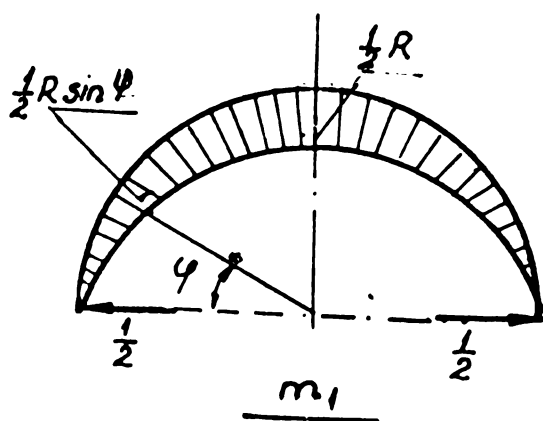


Fig. 24

Astfel că

$$\Delta_2 = \frac{1}{EI} \int_0^{2\pi} P_y R \left(\frac{1}{2} R \sin \varphi - \frac{1}{\pi} \right) \frac{1}{2} R \sin \varphi R d\varphi$$

$$\Delta_2 = 0,742919 \frac{R^3 P_y}{EI} \quad (3.38)$$

3.4.2. Alesarea cu trei oușite. În cazul alesiții cu trei oușite, cilindrul se află sub acțiunea a trei forțe radiale P_y formând între ele unghiuri de 120° (fig. 25).

Inelul închis reprezintă un sistem static nedeterminat deoarece pentru studiarea deformațiilor sale elastice este necesară determinarea eforturilor (momentele încovoiătoare, forțele axiale și forțele tăietoare), care apar în secțiunile inelului sub acțiunea sarcinilor aplicate.

Pentru transformarea sistemului dat, static nedeterminat (un inel închis încărcat cu trei forțe radiale în planul său) într-un sistem de bază, static determinat, este indicat să se facă o secționare și să se folosească simetria a sistemului. Vom considera drept sistem de bază un inel secționat în punctul „A” (fig.26).

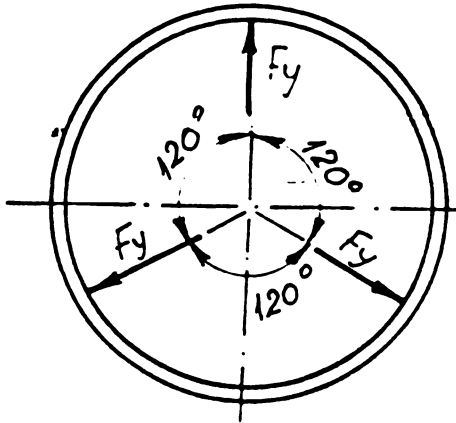


Fig.25

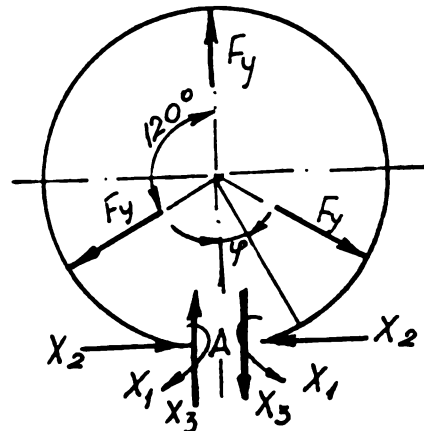


Fig.26

Simetria inelului și a sarcinii, față de una verticală care trece prin secțiunea „A”, permite concluzia că forța tăietoare $X_3 = 0$.

Simetria analogă față de axele care trec prin direcțiile celorlalte două forțe „Fy” ne permite să afirmăm că eforturile în secțiunea $\varphi = 0^\circ$ (secțiunea A) sînt identice cu eforturile corespunzătoare din secțiunea $\varphi = 120^\circ$. Acest fapt ne permite să determinăm forța axială X_2 din condițiile de echilibru ale unei porțiuni de inel limitată de secțiunile $\varphi = 0^\circ$ și $\varphi = 120^\circ$ (fig. 27). Într-adevăr, considerînd succesiunea proiectiilor tuturor forțelor aplicate acestei porțiuni a inelului pe direcția forței Fy, se poate stabili ușor că,

$$X_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} F_y = 0,577 F_y \quad (3.39)$$

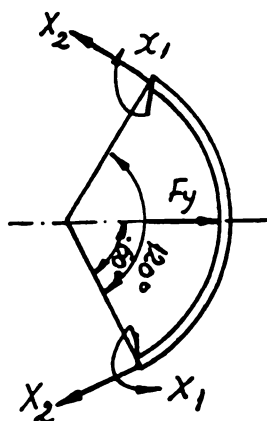


Fig. 27

Momentul încovoietor „ X_1 ” în secțiune „A” este static nedeterminat. Pentru stabilirea ecuațiilor de deplasări, în scopul determinării lui „ X_1 ”, vom considera faptul că fețele secțiunii nu se deplasează reciproc în cazul încălțării sistemului de bază cu forțele date „ F_y ” forțele determinate $X_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} F_y$, aplicate pe fețele secțiunii și momentele încovoietoare „ X_1 ” aplicate de asemenea pe fețele secțiunii. Într-adevăr, sub acțiunea acestor forțe, fețele secțiunii nu trebuie să se rotească reciproc, adică

$$\delta_A = 0 \tag{3.40}$$

sau, sub forma canonică:

$$\delta_{10} + \delta_{11} X_1 = 0 \tag{3.41}$$

Termenul liber „ δ_{10} ” reprezintă unghiul de rotație reciprocă a fețelor secțiunii datorită încălțării sistemului de bază a forțelor date „ F_y ” și forțele axiale determinate de noi cum $X_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} F_y$ (fig. 23 a). Coeficientul „ δ_{11} ” reprezintă deplasarea unghiulară analogă datorită momentelor-unitate $X_1 = m = 1$ (fig. 23 b).

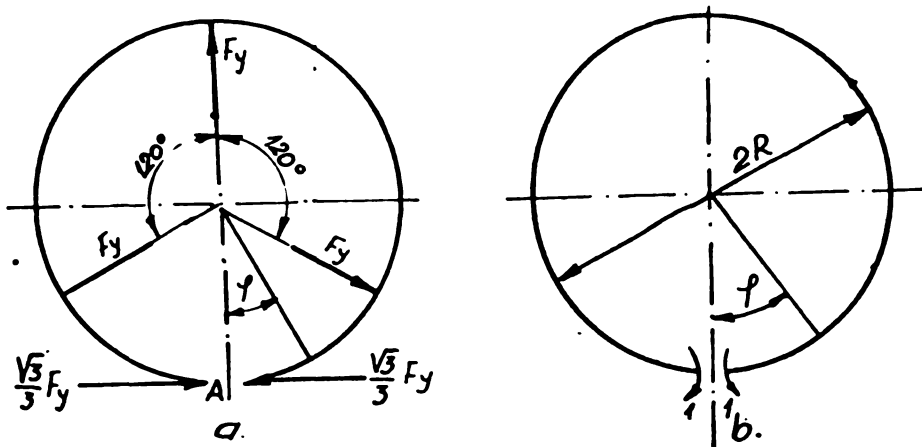


Fig. 23

În cazul când sistemul de bază este încălțat numai cu momentele-unitate $X_2 = m = 1$ (fig. 23 b), ecuația momentelor încovoietoare este :

$$m = 1 = \text{const.} \tag{3.42}$$

pentru $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ și prin urmare, deplasarea unghiulară principală „ δ_{11} ” din ecuația canonică este :

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \int_0^{2\pi} r^2 \cdot R \cdot d\varphi = \frac{2\pi R^3}{EI} \quad (3.43)$$

In cazul încălzirii sistemului de bază cu forțele radiale F_y și cu forțele axiale $X_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} F_y$ (fig. 23 a), ecuația momentelor încovoietoare este:

$$M_0(\varphi) = \frac{\sqrt{3}}{3} F_y R (1 - \cos \varphi) \quad (3.44)$$

in intervalul:

$$0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3} \quad \text{și}$$

$$M_0'(\varphi) = \frac{\sqrt{3}}{3} F_y R (1 - \cos \varphi) - F_y R \sin(\varphi - \frac{\pi}{3}) \quad (3.45)$$

In intervalul: $\frac{\pi}{3} \leq \varphi \leq \pi$

In consecință, termenul liber al ecuației canonice (ținând seama de simetria sistemului) are valoarea:

$$\delta_{10} = \frac{2}{EI} \int_0^{\frac{\pi}{3}} M_0(\varphi) \cdot R \cdot d\varphi + \frac{2}{EI} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} M_0'(\varphi) \cdot R \cdot d\varphi ;$$

$$\delta_{10} = \left[\frac{2\pi}{\sqrt{3}} - 3 \right] \frac{F_y R^2}{EI} \quad (3.46)$$

Substituind valorile " δ_{11} " și " δ_{10} " în ecuația canonică de deplasare (3.41) se determină momentul încovoitor în secțiunea „A”:

$$X_1 = - \left(\frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{3}{2\pi} \right) F_y R = 0,0999 F_y R \quad (3.47)$$

Făcând o suprapunere de efecte, momentul final va avea următoarea expresie:

$$M(\varphi) = M_0(\varphi) + X_1 \quad (3.48)$$

sau sub formă dezvoltată:

$$M(\varphi) = \frac{3}{2\pi} F_y R - \frac{\sqrt{3}}{3} F_y R \cdot \cos \varphi$$

in intervalul $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3}$ si :

$$K(\varphi) = \left[\frac{3}{2\pi} + \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi \right] F_y \cdot R \quad (3.49)$$

in intervalul : $\frac{\pi}{3} \leq \varphi \leq \pi$

Despre valoarea momentelor încovoitoare (3.49), ajungem la concluzia că momentul încovoiător maxim :

$$M_{\max} = 0,1385 F_y \cdot R \quad (3.50)$$

are loc pentru $\varphi = \frac{\pi}{3}$ adică în secțiunile care coincid cu punctele de aplicție ale forțelor F_y .

La determinarea deplasărilor punctelor de aplicție ale forțelor radiale F_y din considerente de simetrie, este evident că fiecare dintre aceste puncte se deplasează cu aceeași valoare în direcția razei corespunzătoare a inelului. Pentru determinarea deplasărilor, aplicăm în punctele considerate ale inelului trei forțe unitate (fig.29).

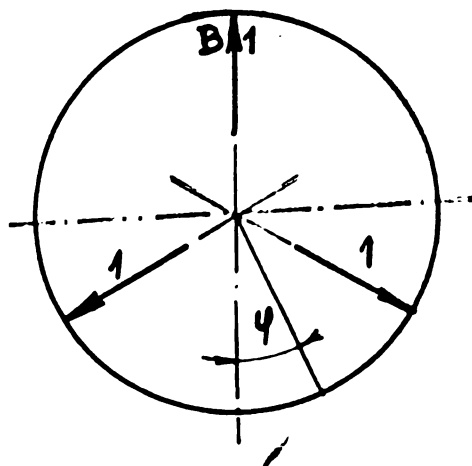


Fig.29

Ținând seama de simetria sistemului dat, deplasarea totală necunoscută este :

$$\Delta = \frac{6}{EI} \int_0^{\frac{\pi}{3}} K(\varphi) \cdot R \cdot \delta \varphi \quad (3.51)$$

in care ecuația momentelor încovoitoare determină funcțiilor date este:

$$z(\varphi) = \left(\frac{1}{2\pi} - \frac{\sqrt{3}}{3} \cos \varphi \right) F_y \cdot R \quad (3.52)$$

Iar datorită forțelor - unitate :

$$a_1 = \left(\frac{3}{2\pi} - \frac{\sqrt{3}}{3} \cos \varphi \right) l \cdot R \quad (3.53)$$

După substituirea acestor valori și efectuarea integrării, se obține valoarea deplasării totale, adică suma celor trei deplasări identice ale punctelor de aplicoție ale forțelor F_y .

$$\Delta = 6 \left[-\frac{3}{4\pi} + \frac{\pi}{12} + \frac{\sqrt{3}}{24} \right] \frac{F_y \cdot R^3}{EI} \quad (3.54)$$

și prin urmare, deplasarea radială a fiecăruia dintre cele trei puncte de aplicoție ale forțelor F_y este :

$$\Delta_3 = \frac{1}{3} \Delta = \left[\frac{\pi}{9} - \frac{3}{2\pi} + \frac{\sqrt{3}}{12} \right] \frac{F_y \cdot R^3}{EI}$$

$$\Delta_3 = 0,0199 \frac{F_y \cdot R^3}{EI} \quad (3.55)$$

3.4.3. Alasarea cu șase cutite. În cazul alasării cu șase cutite, pentru determinarea deplasării „ Δ_6 ”, se va folosi metoda suprapunerii efectelor :

$$\Delta_6 = \Delta_3 - \Delta_{v_3} \quad (3.56)$$

unde: „ Δ_{v_3} ” este valoarea deplasărilor punctelor de pe axa înalului, aflate la distanțe egale de punctele de aplicoție ale forțelor F_y vecine.

Tinând seama de aplicoșele cinstriței a sarcinilor, este evident că fiecare dintre aceste puncte se deplasează cu aceeași distanță în direcția razei corespunzătoare a înalului. Pentru a determina aceste deplasări, aplicoșă în punctele considerate ale înalului trei forțe-unitate. Aici este indicat să se folosească unul dintre sistemele de bază, de exemplu înalul secționat în punctul „A” (fig.30). În acest caz, deplasarea totală este dată de relația :

$$\Delta_v = \frac{2}{5} \int_0^{\frac{\pi}{3}} u(\varphi) \cdot a_3 \cdot R \cdot d\varphi + \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} u(\varphi) \cdot a_3 \cdot R \cdot d\varphi + \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\pi} u(\varphi) \cdot a_3 \cdot R \cdot d\varphi \quad (3.57)$$

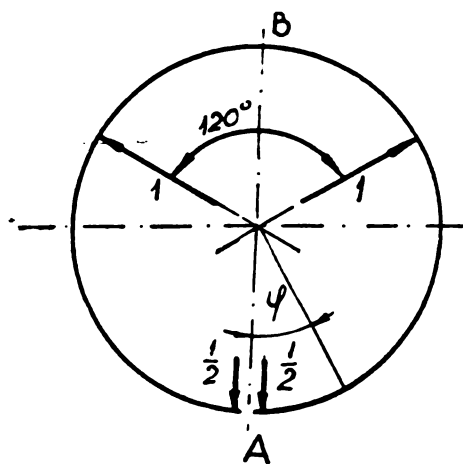


Fig. 30

Ecuațiile momentelor încovoietoare datorită forțelor radiale F_y aplicate sistemului de bază (înăl sectionat) sînt :

$$u(\varphi) = \frac{3}{2\pi} F_y \cdot R - \frac{\sqrt{3}}{3} F_y \cdot R \cdot \cos \varphi \quad \text{pentru } 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3} \quad (3.58)$$

$$u(\varphi) = \left[\frac{3}{2\pi} + \frac{\sqrt{3}}{6} \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi \right] F_y \cdot R \quad \text{pentru } \frac{\pi}{3} \leq \varphi \leq \pi \quad (3.59)$$

Ecuațiile momentelor încovoietoare datorită forțelor unitate aplicate sistemului de bază (înăl sectionat în punctul A) sînt :

$$a_3 = -\frac{1}{2} \cdot R \sin \varphi \quad \text{pentru } 0 \leq \varphi \leq \frac{2\pi}{3} \quad (3.60)$$

$$a_3 = -\frac{1}{2} R \sin \varphi - 1 \cdot R \sin (\varphi - \frac{2\pi}{3}) - \frac{\sqrt{3}}{2} R \cdot \cos \varphi \quad \text{pentru } \frac{2\pi}{3} \leq \varphi \leq \pi \quad (3.61)$$

Deplasarea totală, adică suma celor trei deplasări libere ale punctelor considerate, este :

$$\Delta_v = - \left[\frac{9}{2\pi} - \frac{\pi}{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right] \frac{F_y \cdot R^3}{EI} \quad (3.62)$$

și prin urmare, deplasarea radială a ficărnui dintre punctele considerate este :

$$\Delta_{v_3} = \frac{1}{3} \Delta_v = - \left[\frac{3}{2\pi} - \frac{\pi}{18} - \frac{\sqrt{3}}{6} \right] \frac{F R^3}{E I}$$

$$\Delta_{v_3} = - 0,0142 \frac{F R^3}{E I} \quad (3.63)$$

Senul minus arată că deplasarea are loc în realitate în sensul opus cu sensul adoptat al forțelor-unitate.

Introducând valorile deplasărilor Δ_3 și Δ_{v_3} , calculate cu formulele (3.55) și respectiv (3.63) în ecuația (3.56), se găsește valoarea deplasării Δ_6 .

$$\Delta_6 = (0,0159 - 0,0142) \frac{F R^3}{E I} = 0,0017 \frac{F R^3}{E I} \quad (3.64)$$

Dacă se notează „ C_n ” coeficientul de deplasare în cazul aleșirii cu copul de aleșet cu „ n ” cuțite, atunci formula deformației includei va fi:

$$\Delta_n = C_n \frac{F R^3}{E I} \quad (3.65)$$

În figura 31 se reprezintă diagrama dependenței coeficientului „ C_n ” în funcție de numărul cuțitelor „ n ”, cu ajutorul căreia se poate determina valoarea deformației pieselor pentru un anumit număr de cuțite.

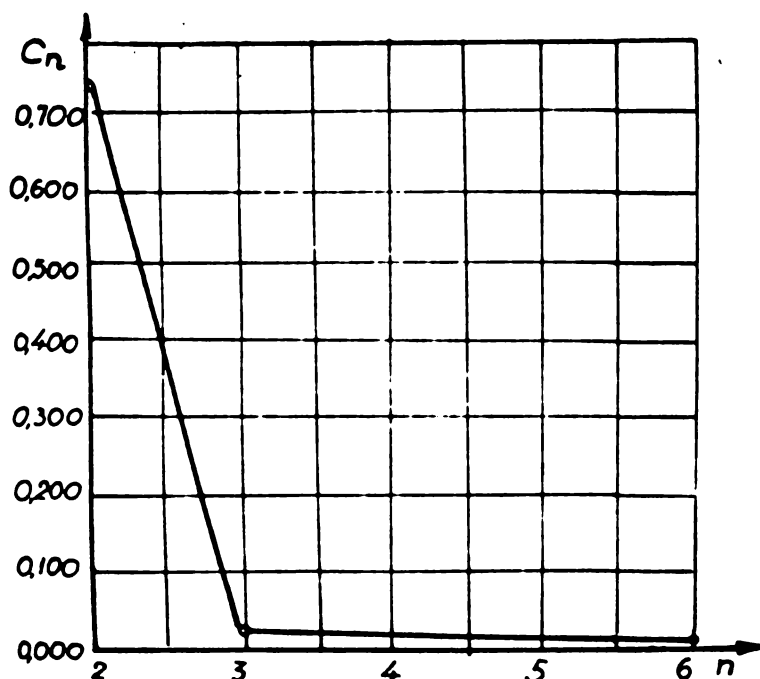


Fig.31. Dependențe coeficientului „ C_n ” în funcție de numărul cuțitelor (n)

Diagrama arată că deforșia piesei prelucrate se micșorează cu mărirea numărului cușitelor aplicate, fapt ce asigură o precizie mai mare în condițiile unei productivități ridicate.

Totodată, folosirea capului alesat cu mai mult de șase cușite, deforșia piesei prelucrate scade într-o măsură nesemnificativă. În același timp, o astfel de soluție este prea complicată atât din punct de vedere al construcției cât și al folosirii.

Concluziile de mai sus sînt deosebit de valoroase atât sub aspect teoretic cât și practic.

3.5. Concluzii

Din rezultatele cercetărilor teoretice se pot trage următoarele concluzii:

Precizia de dimensionare și de formă a căștilor de cilindru prelucrate pe mașina de alesat verticală, este influențată de numeroși factori și anume: rigiditatea insuficientă a sistemului tehnologic BUNSP, uzura accidentată a părții echivalente, alegerea regiunii de așchiere necorespunzătoare, folosirea dispozitivelor nerăționale .

Factorii deosebit de importanți, care au influență cea mai puternică asupra preciziei căștilor de cilindru axoniale de la motoarele de tractor alesat pe mașina de alesat verticală sînt : deforșarea mare a pieselor alezate sub influența componentei radiale a forței de așchiere, rigiditatea redusă a sistemului tehnologic.

Considerîndu-se că soluția cea mai rațională pentru ameliorarea componentei radiale a forței de așchiere și mărirea rigidității sistemului tehnologic este înlocuirea capului de alesat cu un singur cușit, care se aplică în prezent în mod răspîndit pe plan mondial, prin folosirea capului de alesat cu mai multe cușite cu repartizarea uniformă pe circumferință. Această contribuție are un rol la mărirea preciziei pieselor alezate dar și la mărirea productivității muncii într-o măsură foarte mare.

CAPITOLUL IV

PROIECTAREA ÎN DETALIILE ALTE MECANISMLOR DE ALIMENTARE A MAȘINILOR ÎN CILINDRU

4.1. Metodologia și apăratura folosită

4.1.1. Apăratura folosită

a) Dispozitivul echilibrat, pe baza justificărilor teoretice de mai sus (cap. III), ventuzul a proiectat un cap de cilindru axial cu 6 cunite, a cărei construcție se vede în fig. 52.

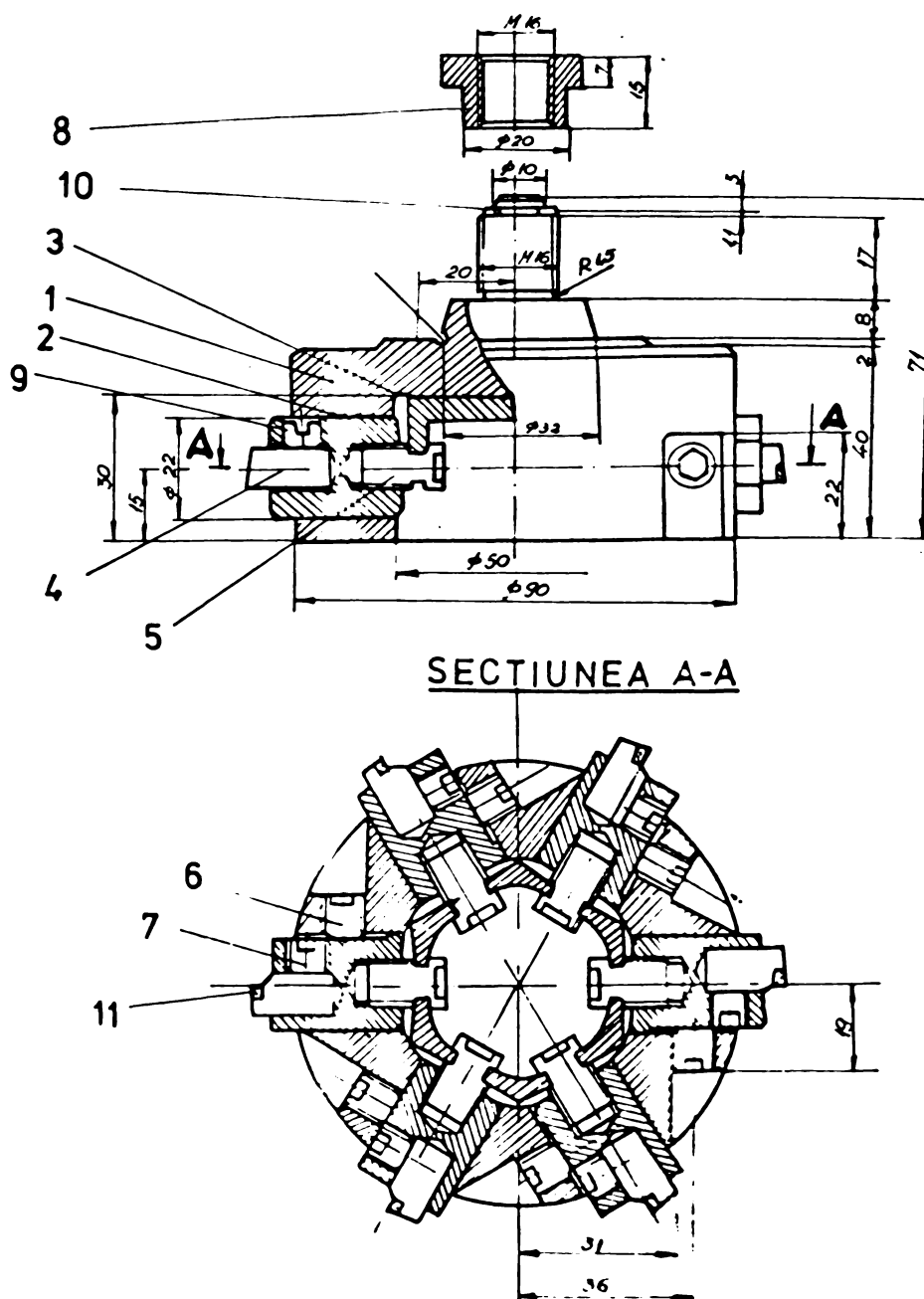


Fig. 52 - Cap de cilindru cu 6 cunite

Fig.32 - Cap de așezat cu 6 cuțite : 1 - Corp ; 2- suport cuțit ; 3- gulerul de fixare ; 4- suport plăcuță ; 5- șurub de reglare ; 6- șurub de fixare ; 7- șurub de fixare ; 8- plăcuță M.16 ; 9 - șurub de fixare ; 10- inel de siguranță ; 11- plăcuță din carbon metalic.

Este necesar a se menționa unele caracteristici deosebite de importante ale capului respectiv :

- Muchiile cuțitelor trebuie să aibă repartizarea circumferențială uniformă. În cazul repartizării circumferențiale neuniforme ale virfurilor cuțitelor, mărirea ovanzului ce revine pe fiecare cuțit este diferită, adică sînt diferite forțele radiale care acționează pe fiecare din cuțite. Aceste condiționează deformarea inegală a așezajului în diferite secțiuni transversale ale piesei, adică duc la erori ale formei geometrice a așezajului și în același timp, la înfrîntărea suprafeței prelucrate.

- Muchiile echistocase ale cuțitelor trebuie să se afle perfect pe un singur plan orizontal (pentru prelucrarea prin divizarea ovanzului), în caz contrar, efectele negative sînt asupra preciziei de formă cit și ale netezirii suprafeței prelucrate.

Superioritățile dispozitivului adoptat sînt considerabil mai bune și anume:

- La proiectarea cuțitalui de așezat a stat la bază faptul că deformarea cuțitalui poate fi micșorată prin mărirea secțiunii cuțitalui, prin micșorarea lungimii cuțitalui în consolă, precum și prin folosirea unor materiale cu modul de elasticitate „E” mare [45 ; 131; 298]. Cuțitele adoptate satisfac condițiile de mai sus ceea ce contribuie la mărirea preciziei de prelucrare.

- Dispozitivul adoptat nu este complicat din punct de vedere al fabricării, iar din punct de vedere al folosirii este foarte comod, considerîndu-se că reglarea cuțitelor este foarte ușoară și de scurtă durată. Cuțitele nu se mișcă din poziție lor stit în timpul reglării cit și în timpul așezării. Gurubul de reglare asigură reglarea fiind la dimensiune a cuțitalor cu o sensibilitate de ordinul micromilor.

- Cu dispozitivul adoptat se pot realiza mai multe variante de prelucrare stit prin divizarea ovanzului cit și prin divizarea adancului prelucrat. La prelucrarea prin divizarea adancului

este necesară reglarea oușitelor în plane orizontale diferite.

b). Dispozitivul de reglare al centrare. Pentru reglarea vîrurilor oușitelor în dimensiunile necesare, se folosește un comparator cu cadran cu prismă magnetică (fig.33).

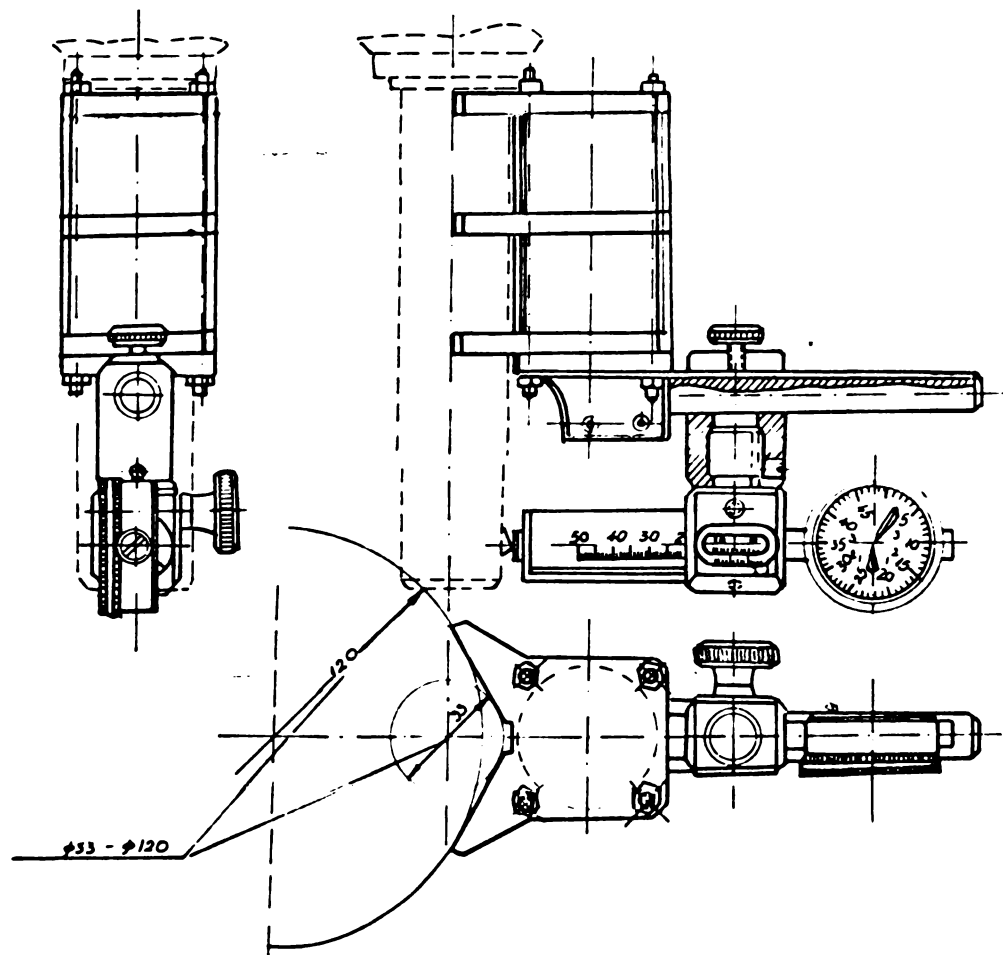


Fig.33 - Aparatul de reglare a oușitelor

În figura 34 se reprezintă schema de reglare a oușitelor. Pentru reglarea poziției piesei așa încît axa aliajului să coincidă cu axa arborelui principal al motorului se folosește dispozitivul de centrare fig.35.

c). Dispozitivul de fixare a piesei în poziție unscită. anterior s-a arătat că la prelucrarea cămășilor de cilindru prin înlocuirea unui dispozitiv conform schemei „J” (tabelul 5) și o sculă cu trei culte muchii echidistante dispuse simetric, erorile de prelucrare sînt neglijabile.

Dar, ținînd seama de condițiile concrete din întreprinderi, s-a proiectat un dispozitiv pentru operația de aliazare conform schemei „J”.

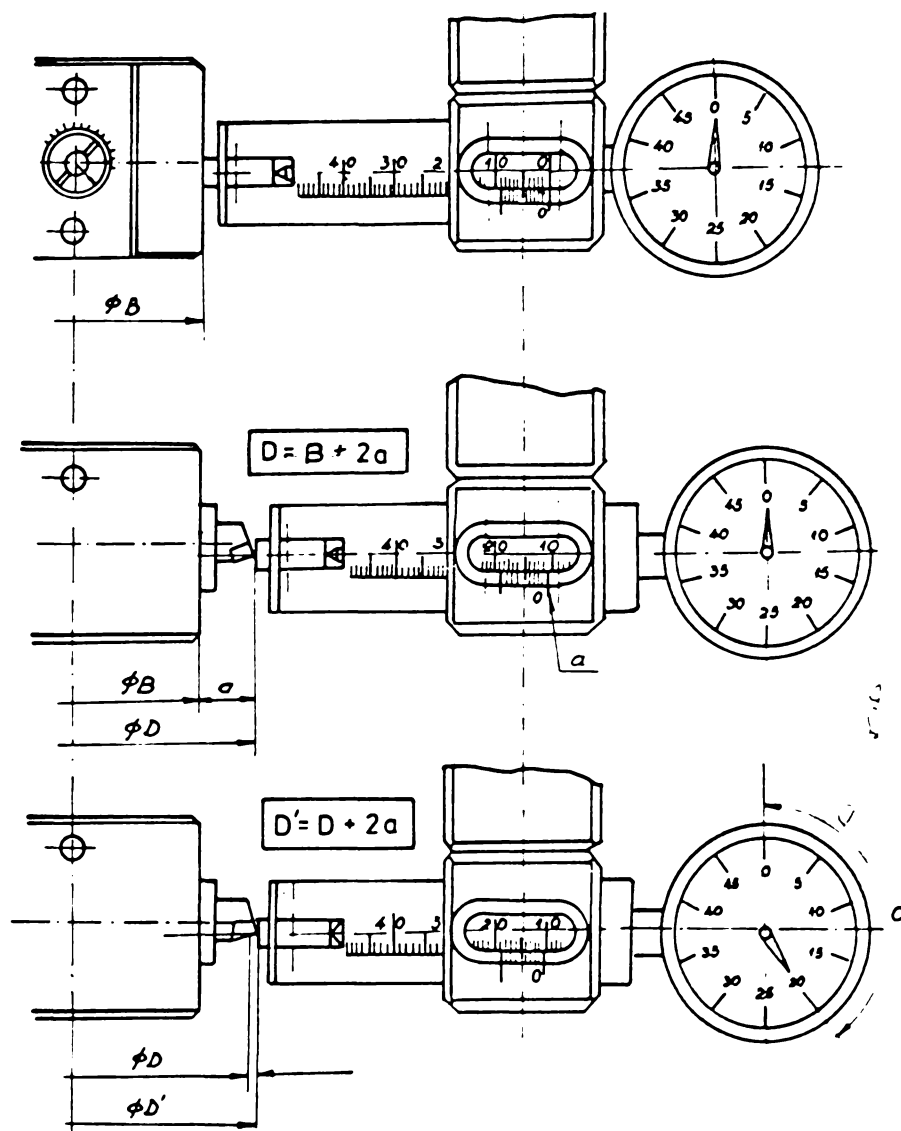


Fig. 34 - metoda de verificare pentru operatiile de
 egalare a cutitelor

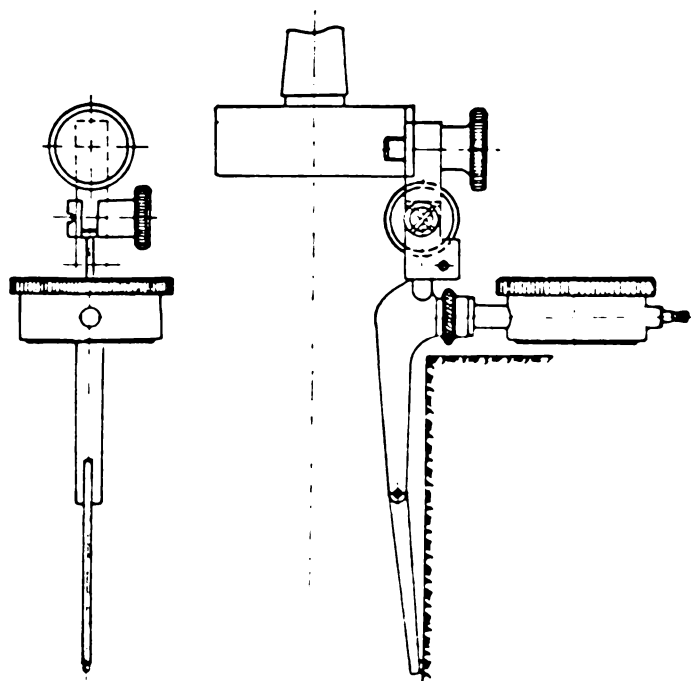


Fig. 35 - dispozitivul de centrare a planei

Intrucît operația de bazare reclamă orientarea suprafeței de prelucrat a semifabricatului în raport cu traiectoria cilindrului principal al așchii, este necesară realizarea unei poziții static determinată. Poziția semifabricatului a fost astfel concepută încît în procesul de așchiere să rezulte erori de bazare cât mai mici, să înălțare o serie de erori, în special cele cu caracter subiectiv, întrucît poziția semifabricatului în raport cu mașin-unaltă și cu scula așchietoare nu mai depinde de întinderea sursitorului. Dispozitivul conceput este reprezentat în Fig. 36.

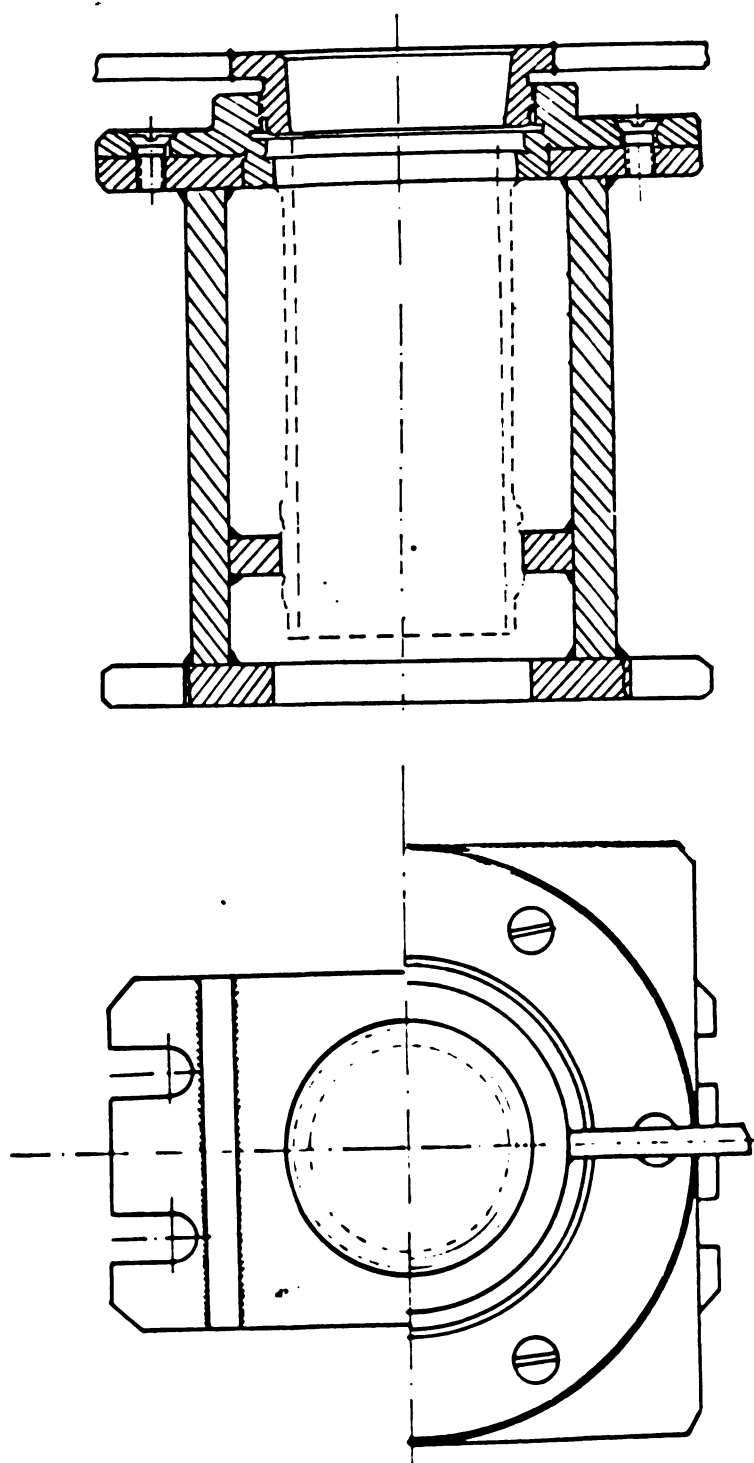


Fig. 36 - Dispozitivul de așchiere a piesei la mașina de așchet

Trângerca principală a piesei în dispozitiv se execută cu o piuliță specială, deoarece o-se lușt în considerare forțele de ecchiere, avînd în vedere că se prelucurează o suprafață lucră tratată termic (33 - 43 HRC).

Construcția dispozitivului este cit se poate de simplă și nu necesită materiale deficitare. Considerăm că dispozitivul proiectat corecpondc din punct de vedere al preciziei cerute pieselor prelucrate, suficient de rezistent și rigid, nu se deformează și vibrează sub acțiunea forțelor și momentelor care iau naștere în procesul prelucrării. În același timp, dispozitivul proiectat, permite manevrarea comodă și rapidă cu efort mic al din partea operatorului, iar din punct de vedere al protecției muncii este satisfăcător.

4.1.2. Metodica experimentală. Alegerea câștigilor de cilindru se realizează tot pe o mașină de așezat cu un singur arbore tip HF 200 x 450 (fig.5).

a) Alegerea parametrilor geometrici și a materialului cușțitelor.

Parametrii geometrici ai părții ecchietoare a cușțitului, reprezentați în fig.37, s-au adoptat în baza analizei din cap.3 (subcapitolul 3.2.2) alieci :

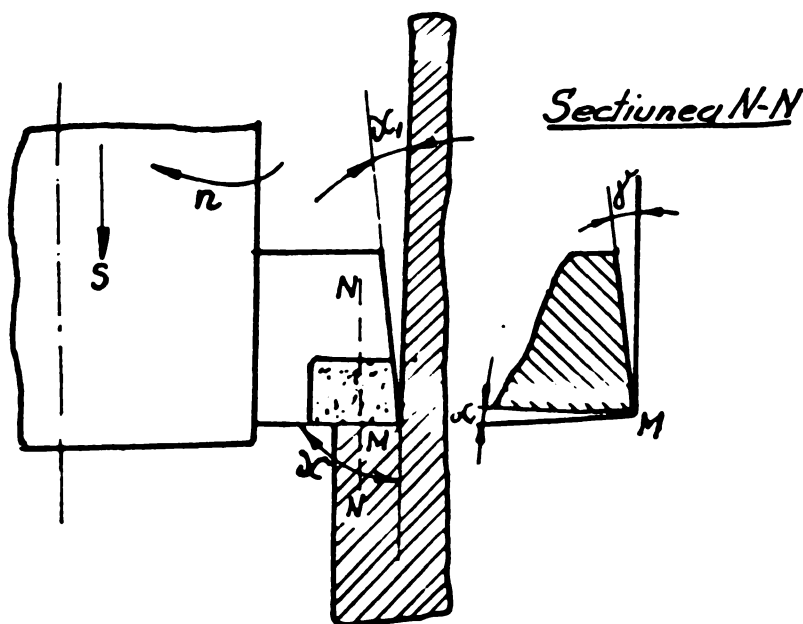


Fig.37 - Geometria părții ecchietoare a cușțitului de la capul de așezat experimental

- unghiul de atac principal $\beta_0 = 90^\circ$
- unghiul de atac secundar $\beta_1 = 2 \dots 5^\circ$
- unghiul de degajare $\gamma = 0 \dots 5^\circ$
- unghiul de măsurare $\alpha = 8 \dots 10^\circ$
- reză de răzătoare $r = 0,25$

Materialul plăcuței aşchietoare este prevăzut din carburi metalice K 0 1.

b) Stabilirea regimului de aşchiere.

În calculul aşchii de prelucrare se pornește de la ultima operație, calculând succesiv aşchii de prelucrare în mod invers desfășurării procesului tehnologic. Având în vedere condiționarea la prime treapta de reparoții, dispozitivul de așchet menționat permite îndepărtarea întregului aşchii de prelucrare, într-o singură trecere, având în vedere micșorarea deforșărilor câmbii cilindrului sub acțiunea componentelor radiale ale forței de aşchiere [126]. Astfel, adâncimea de aşchiere va fi: $t = 0,30$ mm

Avansul de lucru s -e ales la valoarea maximă posibilă a mașinii, adică $s = 0,065$ mm/rot. Această valoare este mult mai mică decât cea recomandată de literatură de specialitate [132; 133; 134; 135; 136; 190], ținându-se cont de condițiile de rezistență a corpului cuștelor, de rezistență plăcuțelor din aliaj dur, de forța admisă de rezistență mecanicului de șarnă și de rigiditatea piesei

Viteza de aşchiere economică a fost calculată în funcție de condițiile concrete ale aşchierii și de posibilitatea mașinii de așchet, cu formula [157].

$$V_T = \frac{0,9 C_{VT}}{s_v^{x_v} t_v^{y_v}} E \quad [\text{m/min}] \quad (4.1)$$

unde:

- $0,9$ este coeficientul de corecție pentru strunjirea interioră (în cazul de față);
- C_{VT} - coeficient ce cuprinde valoarea durabilității sculei și influența materialului aşchiet;
- s_v - exponent ce reflectă influența adâncimii de aşchiere;
- t_v - exponent ce reflectă influența avansului de aşchiere;

K - coeficient ce ține seama de condițiile de aşchiere

$$K = K_T K_{psal} K_{st} K_s K_{\sigma} K_{\gamma} K_{\alpha} K_{\gamma} K_{\alpha_1} K_s K_{\sigma_1} K_{\sigma_2}$$

în care:

- K_T este un coeficient care depinde de durabilitatea cutitului ;
- K_{psal} - coeficient de prelucrabilitate ($K_{psal} = K_M \cdot K_V$) ;
- K_{st} - coeficient care depinde de starea materialului prelucrat ;
- K_s - coeficient care depinde de starea suprafeței materialului prelucrat ;
- K_{σ} - coeficient care depinde de materialul părții aşchietoare a sculei ;
- K_{γ} - coeficient care depinde de unghiul de dezaşare al sculei ;
- K_{α} - coeficient care depinde de unghiul de atac principal al sculei ;
- K_{α_1} - coeficient care depinde de unghiul de atac secundar al sculei ;
- K_{α} - coeficient care depinde de unghiul de aşezare al sculei ;
- K_T - coeficient care depinde de raza de rotunjire a muchiei tăgăului sculei ;
- K_{σ_1} - coeficient care depinde de aria secțiunii corpului cutitului ;
- K_{σ_2} - coeficient care depinde de forma feței de dezaşare a cutitului ;
- K_{σ_2} - coeficient care depinde de unghiul cutitului.

Valorile coeficienților de mai sus se găsesc în literatură de specialitate [134; 130].

Din analizele efectuate în cap.III și totodată conform recomandărilor de numeroase literaturi [126; 132; 133; 134; 135; 136 ...], viteza de aşchiere s-a ales $V = 76,5$ m/min, care corespunde frecvențe de rotație a arborelui mașinii $n = 234$ rot/min. Valoarea vitezei de mai sus a fost controlată după formula (4.1) și se consideră ca satisfăcătoare. Rezultă regimul de aşchiere următor:

$$\begin{aligned}
 t &= 0,30 \text{ mm} ; \\
 s &= 0,065 \text{ mm/rot} ; \\
 v &= 76,5 \text{ m/min} ; \\
 n_{maş} &= 234 \text{ rot/min} .
 \end{aligned}$$

c). Metoda experimentală.

La alegerea cu capul de alegeat cu mai multe cușite, se poate lucra fie prin divizarea adâncului de prelucrat (Fig.30) fie prin divizarea evnoului longitudinal (Fig.31) [203].

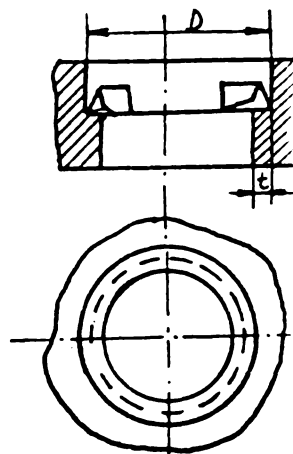
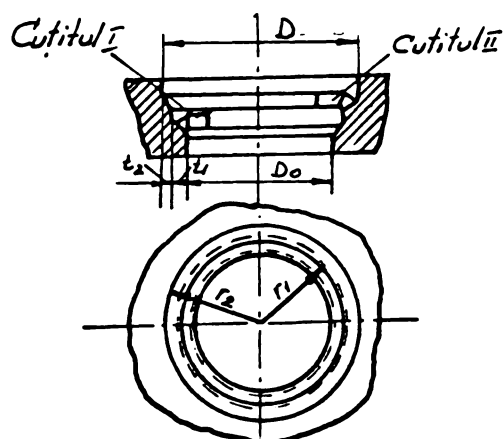


Fig.30 - Alegerea cu divizarea adâncului prelucrat

Fig.31 - Alegerea cu divizarea evnoului

Pentru a găsi soluția cea mai bună, cea mai avantajoasă, totodată și pentru a deprinde concluziile necesare, experimentările se pot realiza cu șase variante :

- S-a alegeat prin divizarea evnoului cu capul de alegere care are 2, 3 și 6 cușite.
- De asemenea, s-a alegeat prin divizarea adâncului de prelucrat cu capul de alegere care are 2, 3 și 6 cușite.

La fiecare variantă de mai sus s-a efectuat un lot de 100 bucăți.

Trebuie menționat că la prelucrarea prin divizarea adâncului, reglarea cușitelor constă în șesarea și ținerea lor în poziție în apă fierdă, cu repartizarea așchiiilor și șec șforturi egale pe fiecare cușit.

Adică cușitul „I” la adâncimea „t₁” cușitul „II” la adâncimea „t₂” etc. astfel că dacă „D₀” este diametrul inițial al adâncului și „D” diametrul după alegere (dintr-o trecere) rezultă :

$$D = D_0 + 2(t_1 + t_2 + \dots + t_n) \quad (3.2)$$

Pentru o repartiție egală a efortului pe cele „n” cutite, trebuie ca: $t_1 > t_2 > \dots > t_n$, astfel ca momentele de torsiune să fie egale:

$$M_1 = M_{II} = \dots = M_n \quad (4.3)$$

adică:

$$s_1 F_{s_1} = s_2 F_{s_2} = \dots = s_n F_{s_n} \quad (4.4)$$

unde:

F_s este componenta tangențială a forței de apăsare:

$$F_s = C_{T_s} t^{\alpha_{T_s}} s^{\beta_{T_s}} K_s \quad (4.5)$$

unde:

C_{T_s} este coeficient constant;

α_{T_s} , β_{T_s} - exponent de reflectă influența adâncității și respectiv grosurii de apăsare;

K_s - coeficient ce ține seama de condițiile de apăsare etc.

Relația (4.4) va fi:

$$s_1 \cdot C_{T_s} \cdot t_1^{\alpha_{T_s}} \cdot s_1^{\beta_{T_s}} \cdot K_s = s_2 \cdot C_{T_s} \cdot t_2^{\alpha_{T_s}} \cdot s_2^{\beta_{T_s}} \cdot K_s = \dots = s_n \cdot C_{T_s} \cdot t_n^{\alpha_{T_s}} \cdot s_n^{\beta_{T_s}} \cdot K_n$$

Având în vedere că:

$$s_1 = s_2 = \dots = s_n \text{ și}$$

$$\alpha_{T_s} \approx 1 \quad [190; 190]$$

rezultă că:

$$s_1 t_1 = s_2 t_2 = \dots = s_n t_n \quad (4.6)$$

Așfel, adâncimea apăsării este invers proporțională cu raza.

În cazul de față, datorită diferențelor t_1 , t_2 , ... t_n foarte mici, nu este necesar să fie luate în considerare.

Pentru stabilirea ovalității și a concicității piștelor alezate, măsurarea se face în șapte secțiuni conform schemei din figura 40.

Valerarea concicităților și a ovalităților piștelor alezate se calculează după relațiile (3.7) și respectiv (3.14).

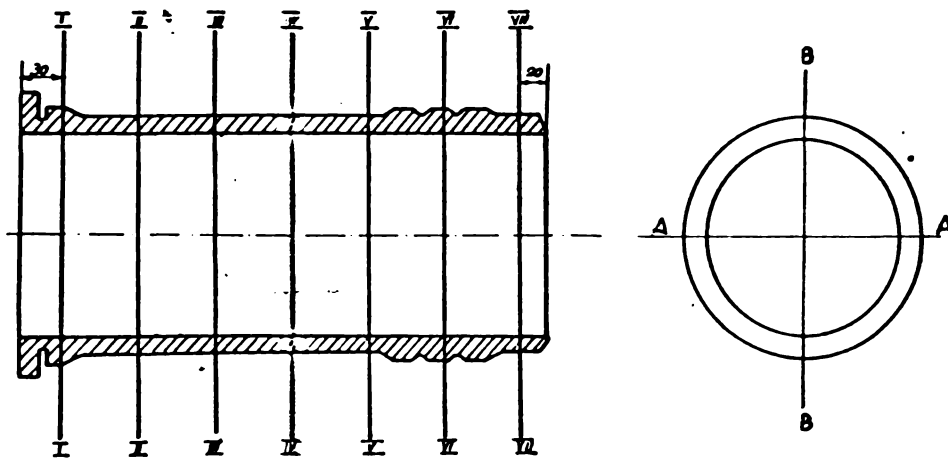


Fig.40 - Schema de măsurare a alesajului cilindrilor

4.2. Rezultatele experimentale obținute

4.2.1. Precizia de formă a piștelor prelucrate

Precizia de formă (ovalitatea și conicitatea) a piștelor prelucrate se apreciază după următoarele criterii :

1. \bar{x} - medie aritmetică a măsurătorilor (obaterile de formă)
2. σ - abaterea medie pătratică.

unde:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K n_i x_i \quad (4.7)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^K n_i (x_i - \bar{x})^2}, \text{ în care: } (4.8)$$

- x_i este mărimea curentă a abaterii ;
- n_i - numărul de date corespunzătoare aceleiași abateri;
- n - numărul total al măsurătorilor.

Datele obținute din rezultatele cercetărilor experimentale ale extensului, prin măsurarea a unui număr de 100 de câmpuri de cilindri pentru fiecare variantă experimentală, sînt arătate în anexa 3, tab. 2, 3, 4, 5, 6, 7 pe baza cărora s-au întocmit diagramele

reprezentate în figurile 41, 42, 43, 44, 45, 46, s-au stabilit
piesele rebutate (tabelul 7) și s-au calculat valorile „ \bar{x} ” și a
„ σ ” (tabelul 6).

Tabelul 6

Valorile „ \bar{x} ” și „ σ ” la alegerea câștigilor de cilindr
recondiționate ale motoarelor de tractor D-103, reper
103-01.106.

Nr. crt.	Felul experimentării	\bar{x}		σ	
		Ovali- tatea	Conci- tatea	Ovalita- tea	Conci- tatea
1.	Alesarea cu un singur cuțit (în condițiile ac- tuale de întreprindere).	0,0902	0,0776	$33,7 \cdot 10^{-3}$	$33,9 \cdot 10^{-3}$
2.	Alesarea cu două cuțite prin divizarea adăocu- lui de prelucrare.	0,0734	0,055	$33,5 \cdot 10^{-3}$	$29,7 \cdot 10^{-3}$
3.	Alesarea cu două cuțite prin divizarea avansu- lui.	0,0609	0,0538	$29,3 \cdot 10^{-3}$	$23,8 \cdot 10^{-3}$
4.	Alesarea cu trei cuțite prin divizarea adăocu- lui de prelucrare.	0,0497	0,0450	$23,9 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$
5.	Alesarea cu trei cuțite prin divizarea avansu- lui.	0,0373	0,0301	$19,75 \cdot 10^{-3}$	$13,5 \cdot 10^{-3}$
6.	Alesarea cu șase cuțite prin divizarea adăocu- lui de prelucrare.	0,0493	0,0408	$25,5 \cdot 10^{-3}$	$22,0 \cdot 10^{-3}$
7.	Alesarea cu șase cuțite prin divizarea avansu- lui.	0,0204	0,0164	$14 \cdot 10^{-3}$	$11,42 \cdot 10^{-3}$

Se menționează că se consideră piese rebutate în procesul
de alesat, acele piese la care abaterile de formă nu se pot înlă-
ture prin procesul de prelucrare ulterioară (bonuirea) pentru ob-
ținerea unei precizii de formă prescrisă în normativele tehnice.

Rezultatele experimentelor anterioare, demonstrează că la piesele reconstruite, pentru a obține o ovalitate și o conicitate maxime de 0,05 mm este necesar după aluzet o ovalitate maximă de 0,05 mm, iar conicitatea maximă 0,05 mm, adică piesele care au abaterile de formă mai mari decât valorile de mai sus, sînt considerate rebutate.

Tabelul 2

Piesele rebutate (%) la procesul de aluzare

Nr. crt.	Felul de experimentare	Piesele rebutate %	
		Ovalitatea	Conicitatea
1.	Aluzarea cu un singur cutit (în condi. actuale de întreprindere).	80	99
2.	Aluzarea cu două cutite prin divizarea adăscului.	67	45
3.	Aluzarea cu două cutite prin divizarea evensului.	51	29
4.	Aluzarea cu trei cutite prin divizarea adăscului.	34	17
5.	Aluzarea cu trei cutite prin divizarea evensului.	18	11
6.	Aluzarea cu șase cutite prin divizarea adăscului.	56	19
7.	Aluzarea cu șase cutite prin divizarea evensului.	2	0

În figurile 41, 42 și 43 sînt reprezentate diagramele de distribuție a abaterilor de formă (ovalitatea și conicitatea) la prelucrarea cu copul de aluzet cu 2, 3 și respectiv 6 cutite prin divizarea evensului.

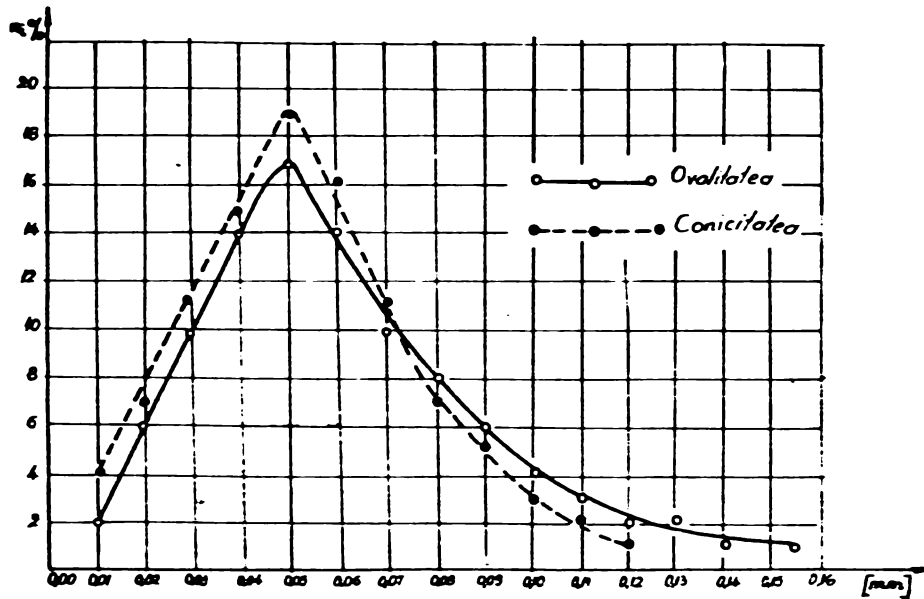


Fig. 41 - Distribuția defectelor de formă la prelucrarea cu unul cașite prin divizarea șanoului

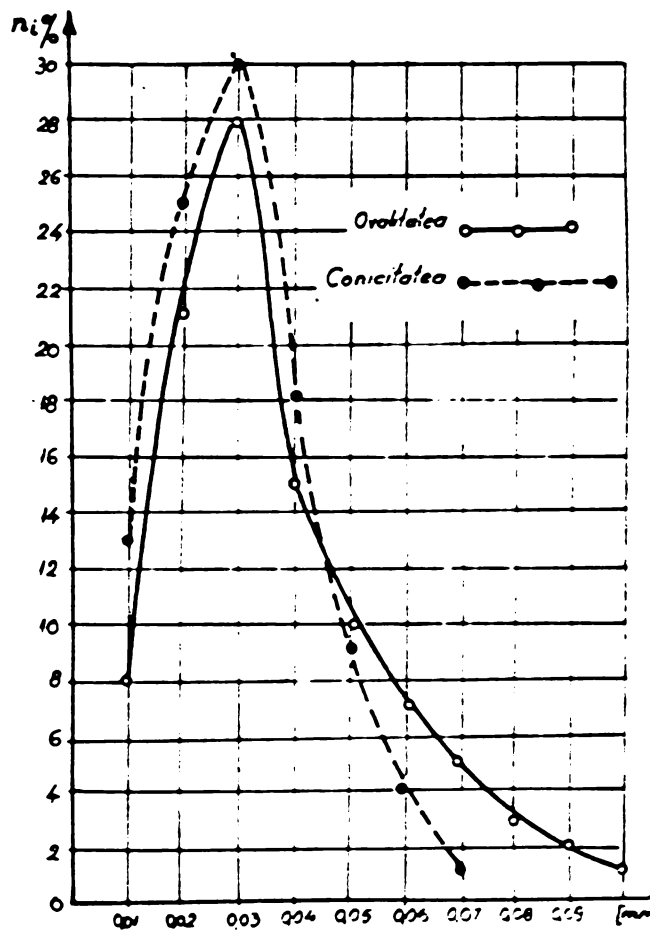
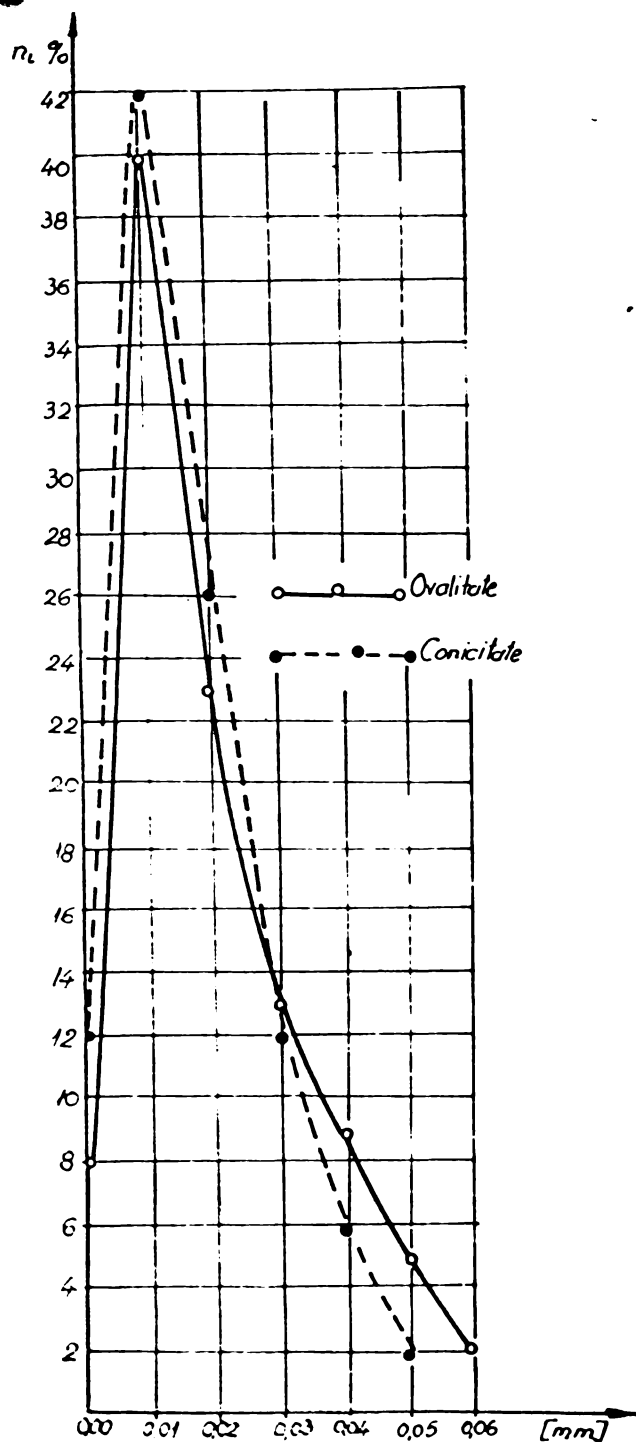


Fig. 42 - Distribuția defectelor de formă la prelucrarea cu trei cașite prin divizarea șanoului

Fig. 43.- Distribuția abaterilor de formă la prelucrarea cu șase oușite prin divizarea așchiului.



În figurile 44, 45 și 46 sînt cele acizite apoi sînt prin divizarea așchiului de prelucrat.

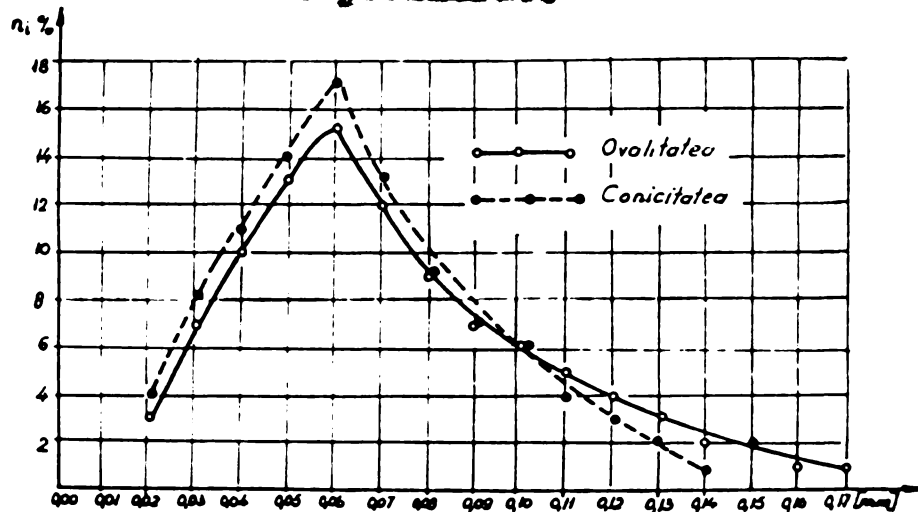


Fig. 44 - Distribuția abaterilor de formă la prelucrarea cu două oușite prin divizarea așchiului de prelucrat

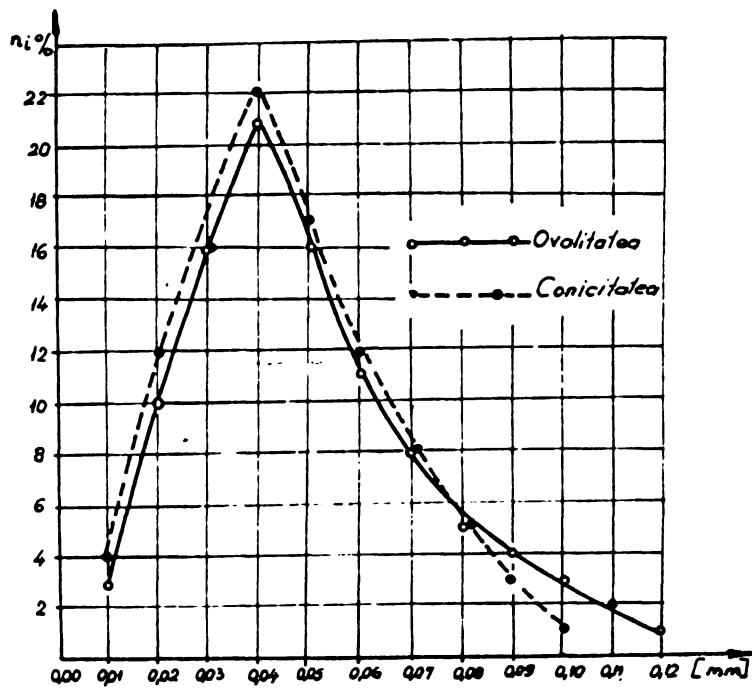


Fig.45 - Distribuția abaterilor de formă la prelucrarea cu trei oușite prin divizarea adâncului de prelucrat

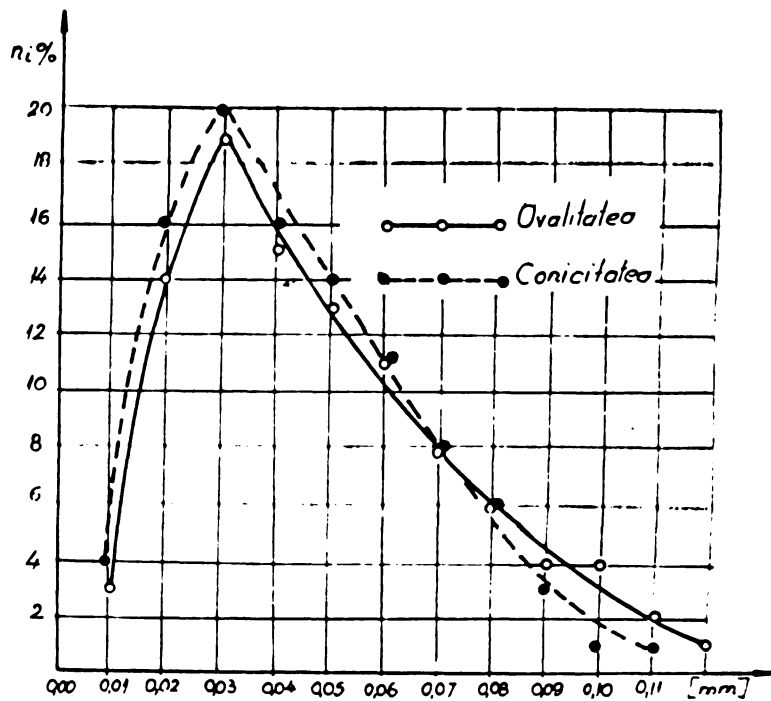


Fig.46 - Distribuția abaterilor de formă la prelucrarea cu nouă oușite prin divizarea adâncului de prelucrat

4.2.2. Productivitatea muncii

Una dintre măsurile cele mai importante în vederea creșterii productivității muncii este eliminarea pierderilor de timp de lucru și reducerea la minimum posibil a timpului necesar efectuării lucrărilor auxiliare.

După cum se știe, în condițiile actuale din întreprinderi, datorită rigidității foarte reduse a sistemului tehnologic procesul de alezare se realizează în două treceri ($i=2$), totodată se reduc mărimile valorilor parametrilor de așchiere „ v ” și „ s ” la o valoare foarte mică. De aceea, productivitatea muncii este foarte scăzută ($q = 0,52$ buc/oră).

În același timp, prin aplicarea capului de alezat roșinat de autor pentru alezarea cămășilor de cilindru, rezultatele cercetărilor experimentale arată că datorită măririi rigidității sistemului tehnologic într-o măsură însemnată, procesul de alezare se realizează numai cu o singură trecere ($i=1$ adică $t = s = 0,30$ mm); totodată alți parametri de așchiere (n , s) își măresc valoarea mai intens cât posibil decât cei care sînt aplicați în întreprindere ($n = 224$ și $s = 0,063$). Astfel, prin aplicarea capului nou, pe baza cronometrărilor efectuate, timpul de bază va fi:

$$t_0 = 19 \text{ min.}$$

Pe de altă parte, datorită faptului că, în condițiile actuale de întreprindere, procesul de alezare se realizează în două treceri, timpul ajutător „ t_0 ” este dublat în comparație cu cel care se realizează cu cap nou - unde procesul de alezat este realizat numai într-o singură etapă. Pe baza cronometrărilor, în cazul alezării cu capul de alezat nou, timpul ajutător $t_0 = 5$ min.

Astfel, productivitatea muncii, în cazul alezării cu capul de alezat cu mai multe cuțite va fi $q = 2,5$ buc/oră. Adică productivitatea muncii crește de 4,8 ori în cazul alezării cu capul de alezat cu mai multe cuțite, față de alezarea cu capul de alezat cu un singur cuțit.

Totodată, paralel cu creșterea productivității la alezare, crește și productivitatea la hounis, deoarece la prelucrarea cu capul adoptat abaterile de la forma geometrică fiind mai mici (fig. 43) adăosul de prelucrare la hounis va fi îndepărtat într-un timp mai scurt.

4.2.3. Rugozitatea suprafețelor prelucrate

Prin aplicarea dispozitivelor adoptate, se contribuie la ridicarea netezimii suprafețelor prelucrate într-o măsură însemnată.

Se știe că, la strunjire, rugozitatea suprafețelor prelucrate depinde de mulți factori [65; 70; 71; 72; 194; 203; 253] dintre care se menționează :

- rigiditatea sistemului mașină-unelte - piesă sculă ;
- alegerea parametrilor regimului de așchiere ;
- geometria părții active a sculelor, starea lor de uzură și altele.

Anterior s-a demonstrat că prin aplicarea dispozitivelor adoptate, mai ales dispozitivul așchietor, se poate contribui la mărirea rigidității sistemului mașină-unelte-piesă-sculă. Cu cât este mai mare rigiditatea sistemului tehnologic, cu atât sînt mai mici posibilitățile de apariție a vibrațiilor care se va duce la reducerea rugozității suprafețelor prelucrate [65] .

Din punct de vedere al influenței parametrilor regimului de așchiere asupra rugozității suprafeței prelucrate, literatura de specialitate demonstrează : [107] .

1. Există o viteză optimă care corespunde cu valoarea minimă a rugozității suprafeței prelucrate. Se consideră că prelucrarea cu dispozitivele adoptate permite mărirea vitezei de așchiere care ajunge la valoarea optimă, unde netezimea suprafeței prelucrate este maximă.

2. În cazul strunjirii interioare de netezire a bușelor de forță, rugozitatea suprafeței prelucrate depinde de valoarea avansului, cu cât este mai mare valoarea avansului cu atât este mai mare rugozitatea suprafeței prelucrate (3.25) ; (3.26).

Așchiere prin divizarea avansului cu dispozitivul de așchiere adoptat duce la reducerea avansului la fiecare cuțit, iar aceasta la mărirea netezimii suprafeței prelucrate.

Rezultatele experimentale ale autorului arată că :

La prelucrarea în condițiile actuale din întreprinderi, rugozitatea suprafeței prelucrate are valoarea de $R_a = 5 \dots 6 \mu\text{m}$, iar prelucrarea cu dispozitivul adoptat, prin divizarea avansului, rugozitatea suprafeței prelucrate obținute este următoarea :

- cu două cuțite, $R_g = 4 \dots 5 \text{ Mm}$;
- cu trei cuțite, $R_g = 2 \dots 4 \text{ Mm}$;
- cu șase cuțite, $R_g = 1,5 \dots 2,5 \text{ Mm}$.

4.2.4. Încalzirea gradului de uzură al mașinii de alocat și înălțarea sa rațională a șecstele

Alocarea cu dispozitivul epichetor cu mai multe cuțite pe lângă creșterea productivității muncii și îmbunătățirea calității piștelor prelucrate, duce și la reducerea considerabilă a solicitărilor asupra mașinii, șecste din urăd are un rol deosebit de important din punct de vedere al prolongării funcționării mașinii, mai ales pentru mașina de mare precizie cum este și mașina de alocat verticală.

Reprezentarea schematică a forțelor ce se transmit axului mașinii și a reacțiilor în lagăre se vede în fig. 47 .

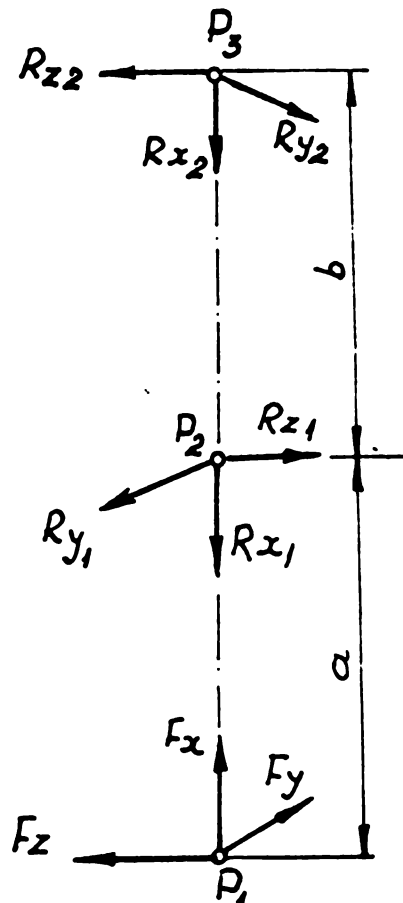


Fig.47 - Reacțiunile în lagăre a axului principal al mașinii în cazul alocării cu un cuțit

Punctul „P₁” reprezintă intersecția planului „20Y” cu axul, iar punctele „P₂” și „P₃” reprezintă centrele lagărilor. Cele trei componente de epichiere dau în lagăre reacțiunile:

$$R_{z1} = F_z \frac{a+b}{b} \quad (4.9)$$

$$R_{y1} = F_y \frac{a+b}{b} \quad (4.10)$$

$$R_{x_2} = 0 \quad (4.11)$$

$R_{x_2} = 0$ pentru că lagărul „P₂” (lagărul principal) nu preia eforturi axiale datorate unei glisări prin acesta (se neglijează frecarea).

În lagărul deplasabil „P₃” :

$$R_{z_2} = F_z \cdot \frac{b}{l} \quad (4.12)$$

$$R_{y_2} = F_y \cdot \frac{b}{l} \quad (4.13)$$

$$R_x = F_x \quad (4.14)$$

Rezultă deci, că reacțiunile din lagărul principal al axei (P₂), a cărui uzură înclinată este hotărâtă de calitatea prelucrării pieselor și de durabilitatea sașii, sunt întotdeauna chiar mai mari decât forțele care le produc.

În cazul aleștii cu capul cu trei cașite, componentele F_x și F_y formează poligoane de forțe închise (fig. 48). Rezultante lor fiind deci egale cu zero, reacțiunile în lagăre sunt de asemenea zero.

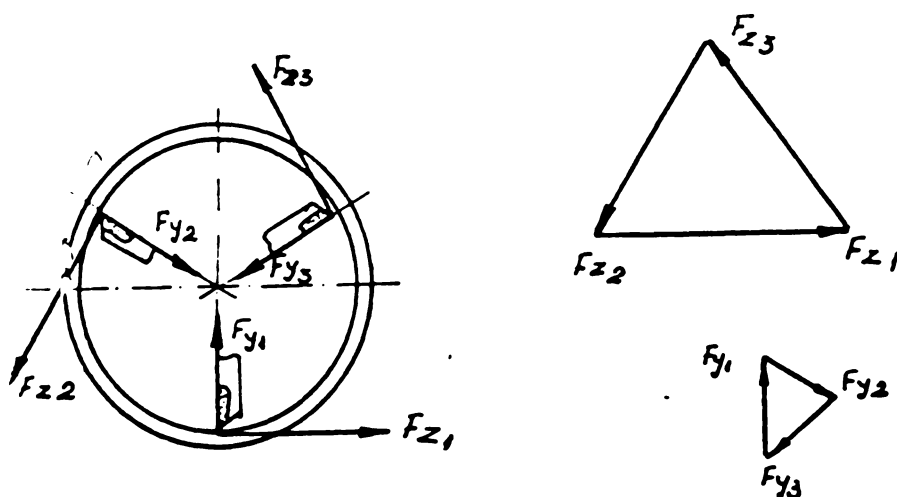


Fig.48 - Forțele de echilibrare și compunerea lor la aleștii cu capul cu trei cașite

Din analizele de mai sus, se demonstrează că prin aplicarea capului de alocat cu mai multe cuțite, aceasta duce la reducerea solicitărilor care acționează asupra axului principal al mașinii, contribuind la mărirea durabilității mașinii folosite.

4.3. 3.0.0.1.1.1

Din rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale obținute se pot trage următoarele concluzii :

1. Alegerea câmpilor de cilindru pe mașine de alocat vertical, datorită deformării piesei, scade cu creșterea numărului machilor echipate, fapt ce scurge o parte din masă (stă în secțiunea transversală cât și cea longitudinală). Cu cât numărul machilor echipate este mai mare, cu atât centrul de greutate al ștergătorilor de forță (stă ovalitatea cât și concavitatea) se deplasează la valori mai mici (tabelul 6) și totodată, înprăstierea dimensiunilor este mult mai strânsă (fig.10; 41; 42; 43; 44; 45; 46).

2. Pentru dispozitivele de echipare care au același număr echipate, precizia pieselor prelucrate (stă ovalitatea cât și concavitatea) la prelucrarea prin divizarea axului este mult mai mare decât cea la prelucrarea prin divizarea axului de prelucrare. Aceasta pentru că la prelucrarea prin divizarea axului forțele de echipare, mai ales componentele radiale F_y , se revin la fiecare cuțit, sînt egale și în echilibru, în timp ce la prelucrarea prin divizarea axului în una singură obținere unui echilibru de forțe la toate cuțitele este imposibilă.

3. Alegerea câmpilor de cilindru cu capul de alocat cu 6 cuțite, prin divizarea axului, este net superioară. Mărirea numărului cuțitelor mai mult decât 6 nu se recomandă. Aceasta pentru că, cu mai mult de 6 cuțite, precizia de prelucrare se mărește într-o măsură nesemnificativă ; totodată axul care revine la fiecare cuțit fiind foarte mic (dacă axul mașinii este constant) aceasta contribuie la mărirea numărului cuțitelor [154 ; 203] în plus, capul de alocat cu mai mult de 6 cuțite va fi prea complicat stă din punct de vedere constructiv cât și al fabricării.

4. La prelucrarea prin divizarea axului de prelucrare, rezultatele experimentale arată că la alegerea cu capul de alocat

cu 6 cuțite, precizia de formă (ovalitatea și conicitatea) nu se îmbunătățesc în comparație cu aluzarea cu cepul de aluzat cu trei cuțite cu același variantă. Aceasta se explică prin uzură mare și neuniformă a câștilor de cilindru (fig.3). La aluzarea cu 6 cuțite prin divizarea aducului prelucrat, adâncimea de aşchiere care revine pe fiecare cuțit este foarte mică (0,05 mm/cuțit) și inegală. Astfel, procesul de aşchiere se desfășoară după un proces discontinuu, care duce la vibrația puternică a cepului de aluzat, la mărire uzurii cuțitelor [45; 194], ceea ce provoacă obeterile de formă a pieselor aluzate și în același timp duce și la mărire rugozității suprafețelor prelucrate.

Este necesar de menționat că la aluzarea cu cepul de aluzat cu 6 cuțite prin divizarea aducului de prelucrat, precizia de formă a pieselor prelucrate este mult inferioară decât la aluzarea cu trei cuțite prin divizarea evanului (tabelul 6). De aceea nu se recomandă aluzarea câștilor de cilindru supuse recondiționării cu cepul de aluzat cu șase cuțite prin divizarea aducului prelucrat.

5. Rezultatele tuturor variantelor experimentale arată că, atât obeterile de la formă cit și imprărtierea dimensiunilor în secțiunile transversale (ovalitatea) sînt mult mai mari decât cele în secțiunile longitudinale (conicitatea). Aceasta permite afirmarea că componenta radială a forțelor de aşchiere (F_y) este factor hotărîtor și principal care provoacă obeterile de formă a pieselor prelucrate. La aluzarea câștilor de cilindru trebuie să se caute toate măsurile necesare pentru înlăturarea influenței acestei componente.

6. Aplicarea metodei de aluzat a câștilor de cilindru cu noi multe cuțite prin divizarea evanului este considerată metoda cea mai avansată. Ea contribuie nu numai la mărire preciziei pieselor prelucrate, ci și la mărire productivității muncii într-o măsură foarte mare, la creșterea calității suprafețelor prelucrate și a durabilității mașinilor de aluzat.

PARTEA A II-a

STUDII DE CERCETARI ASUPRA PROCESULUI DE RECONDITIONARE A CAMASILOR DE CILINDRU PRIN HONUIRE

Pentru recondiționarea cămășilor de cilindru, este absolut necesar studii procesului de honuire, deoarece aceasta are un rol deosebit de important, întrucât determină mărimea preciziei pieselor recondiționate, a productivității muncii, reduce costul de cost și totodată mărește durabilității pieselor recondiționate.

CAPITOLUL V

STUDIUL PRIVIND STADIUL ACTUAL AL PROCESULUI DE HONUIRE

5.1. Avantajele principale ale procesului de honuire

În cooperarea operațiilor de finisare a alezajelor cu o precizie de formă ridicată și cu o suprafață netedă superioară ce a cilindrilor motoarelor de tractor, se consideră că honuirea este mult mai avantajoasă decât leuirea, rodarea, rectificarea, alezarea fină etc.

Avantajele principale ale honuirii sînt următoarele :

1. Productivitate ridicată [74; 119; 120; 161; 236; ...] deoarece pentru ea suprafața de contact a sculelor (a segmentelor abrazivi) cu piesa prelucrată este mare și timpul ajutoare este mic.
2. Îndreptărire formelor geometrice realizate la operațiile premergătoare [24; 166].
3. Realizarea unei netezimi ridicate a suprafeței prelucrate.
4. Realizarea unei economii întrucât pentru că la honuire este un consum minim de material abraziv.

5. Realizarea unor toleranțe cât mai stricte.

6. La mașinile cu axe multiple se pot efectua prelucrări simultane prin hounire mai multor alezaje în același timp, de exemplu la blocurile cilindrilor [33].

7. Adâncimea straturilor superficiale deformat în urma prelucrării prin hounire este mult mai mică decât în cazul rectificării, strunjirii interioare etc., pentru că epăsarea de așchiere este mică și temperaturile produse în timpul hounirii sunt mult mai scăzute. La rectificarea temperaturile suprafeței prelucrate ajung până la 320 ... 430°C iar la hounire numai până la 38 ... 150°C [167].

8. În ultimii ani datorită automatizării procesului de hounire și a operațiilor de măsurare a dimensiunilor alezajelor, hounirea a devenit o operație mult mai avantajoasă și de aceea se aplică pe scară tot mai largă în producție.

9. Un alt avantaj foarte important al hounirii este mărire considerabilă a durabilității de funcționare a pieselor prelucrate. Se știe că sensul urezilor de prelucrare a pieselor care se găsesc în frecare influențează în mare măsură durata funcționării mașinilor. La rectificarea sau alezarea, direcția urezilor prelucrării pe suprafața cilindrică este perpendiculară cu direcția de mișcare a pistonului, ceea ce duce la faptul că piesele asamblate se uzură foarte mult în timpul funcționării, mai ales în timpul rodajului. La hounire, după cum se știe, urezile prelucrate de pe suprafața cilindrică reprezintă o rețea de linii elicoidale, care face ca suprafețele de contact ale pieselor asamblate în mișcare să se abraseze, astfel se ajunge la reducerea coeficientului de frecare, pe de altă parte, se mărește capacitatea de reținere a uleiului necesar ungerei pe suprafața cilindrică. În consecință, viteza de uzură a câmbiilor de cilindru care se prelucresc prin hounire este mult mai redusă în comparație cu a celor ce se prelucresc prin rectificarea, strunjire fină etc. [41].

În tabelul 8 se prezintă comparativ caracteristicile tehnice ale proceselor de prelucrare interioară cu corpuri abrazive, unde se justifică avantajele hounirii față de rectificarea interioară.

Tabelul 6

**Caracteristicile tehnice ale proceselor prelucrării
interioare cu corpură abrazivă [161]**

Nr. crt.	Caracteristici	Rectificarea interioară	Hornirea cu sașieți abrazivi
1.	Suprafața de șchiabare mm^2	2 - 200	50 - 10.000
2.	Cantitatea simultană a granulelor abrazive care participă la șchiabare (pt. alezajul semifabricatului cu $\Phi = 100$ mm; granulografia corpurilor abrazive 40(46)	600	40.000-50.000
3.	Presiunea specifică a corpurilor abrazive pe suprafața semifabricatului [daN/cm^2]	12 - 120	2 - 15
4.	Adâncimea pătrunderii a granulelor abrazive în interiorul semifabricatului	mare	mică
5.	Caracterul coeziunii granulelor abrazive	suo	lin
6.	Viteza de șchiabare [m/min]	1500-3000	15 - 60
7.	Temperatura de șchiabare [$^{\circ}C$]	700- 900	60 - 100
8.	Asigurarea clasei de precizie a alezajului semifabricatului	2 - 3	2
9.	Adâncul de prelucrare necesar [μm]	20 - 50	5 - 8
10.	Raportul suprafețelor prelucrate .	$\sqrt{3,2} - \sqrt{0,8}$	$\sqrt{1,6} - \sqrt{0,05}$

Detaliile avantajelor prezentate, la realizarea este și la fabricarea cilindrilor de cilindru de la motoarele de trac-

toare și automobilele de toate tipurile, ultima operație, care este operația de finisare, se recomandă prelucrarea prin procesul honnirii.

Deși honnirea este o operație importantă și prezintă multiple avantaje, totuși în literatură de specialitate este studiată în foarte mică măsură.

5.2. Studii critice asupra obținerii proces de honnirea în producție

Deși procesul de honnire prezintă multe avantaje din punct de vedere al mării productivității muncii și al calității pieselor prelucrate, totuși rezultatele obținute depind într-o mare măsură de alegerea corespunzătoare a parametrilor tehnologici ai procesului respectiv.

Practic în producție, prelucrarea prin honnire a pieselor care au pereți subțiri cu o precizie de formă ridicată (ovalitatea și concentricitatea) și cu o netezime superioară ce și cilindritul este foarte greu de realizat.

Cercetările experimentale realizate de autor la honnirea în condițiile actuale de întreprindere, au fost făcute pentru 100 de bucăți. Detalele obținute sînt arătate în anexa 3, tabelul 8, pe baza căreia s-au întocmit diagramele reprezentate în fig.49, s-au calculat valorile „ \bar{X} ” și „ $\sqrt{\sigma}$ ”.

Măsurarea s-a făcut în șapte secțiuni transversale conform schemei din fig.40. Valorile concentricităților și cele ale ovalităților se calculează după relațiile (3.7) și respectiv (3.14), iar valorile lui „ \bar{X} ” și „ $\sqrt{\sigma}$ ” se calculează după relațiile (4.7) și respectiv (4.8).

cu
In figura 49 se arată precizia pieselor honnite (atît în secțiunea longitudinală cît și în secțiunea transversală) este foarte bună.

Media aritmetică a măsurărilor (abaterile de formă) în secțiunile transversale (ovalitatea):

$$\bar{X}_0 = 0,078$$

iar cea în secțiunile longitudinale (concentricitatea)

$$\bar{X}_0 = 0,046$$

In timp ce dimensiunea medie dorită, este ovalitatea cît

și conicitatea : $\frac{\delta}{d} = 0,015$.

Abaterea medie pătratică în secțiunile transversale (ovalitatea) :

$$\sigma_o = 27,3 \cdot 10^{-3}$$

iar cea în secțiunile longitudinale (conicitatea) :

$$\sigma_c = 22,6 \cdot 10^{-3}$$

Piesele cu ovalitatea și conicitatea mai mare decât 0,03 mm sînt egale cu 75 % și respectiv 66 %.

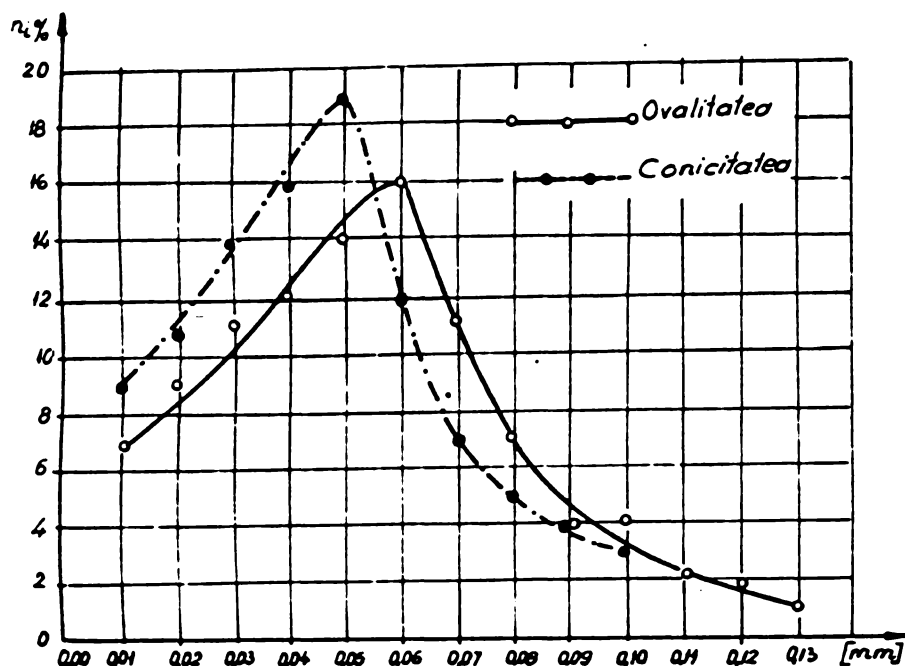


Fig. 49 - Distribuția abaterilor de formă la honuire în condițiile actuale de întreprindere

Rugozitatea suprafețelor honuite este $R_a = 0,7 \dots 1,5 \mu m$.

Împrețitierea dimensiunilor, abaterilor de la forma geometrică și rugozitatea suprafețelor honuite mari rezultate la honuire, se distorsionează alegerii parametrilor tehnologici necorespunzătorii.

S-a constatat că, în cazul prelucrării actuale de întreprindere, precizia pieselor prelucrate prin honuire depinde în mare măsură de îndemnarea muncitorului.

În condițiile actuale în afară de reducerea calităților pieselor prelucrate are loc și reducerea productivității muncii

intr-o măsură însemnată, astfel bonuirea de preliminară, durează 3 până la 5 min/buc, în timp ce, timpul optim pentru bonuirea preliminară este de 1 ... 1,5 min/buc.

Dezvoltă de sine necesitatea cercetărilor autorului în acest domeniu, în scopul contribuției la mărirea preciziei pieselor reconstruite prin bonuire, a productivității muncii, și a netezimii suprafețelor bonuite.

5.3. Caracteristicile principale ale procesului de bonuire

Este cunoscut faptul că procesul de bonuire se desfășoară în mod deosebit de alte procese de aşchiere, de aceea pentru studiul acestui proces este absolut necesar cunoaşterea caracteristicilor principale care le reprezintă.

Se consideră că procesul de bonuire reprezintă un proces mecanic de acţiune reciprocă între granulele abrazive și suprafața superficială a piesei ce se prelucurează, adică un caz particular al procesului de aşchiere. În cunoaşterea procesului de bonuire poate fi privit ca suma unui mare număr de zgirieri cu particule abrazive, dispersate haotic pe suprafața de lucru a sculei, asigurându-se prin aceasta ridicarea în unitatea de timp a unui număr mare de microşchii.

Granulele unui corp abraziv sînt repartizate neomogen și neorganizat și sînt cimentate cu un liant special. Liantul nu umple întreg spațiul, așa că între granule se formează porii. Prin urmare, corpul abraziv este format din granule abrazive, liant și porii (fig.50).

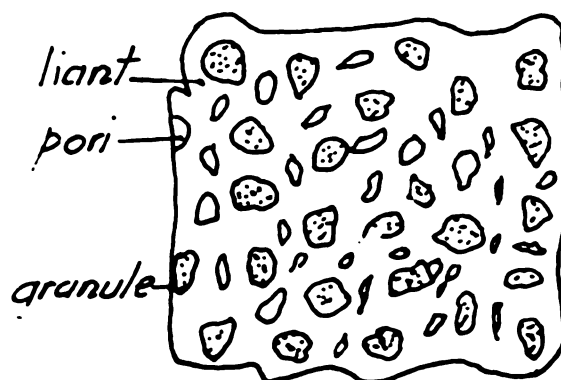


Fig.50 - Structura unui corp abraziv

Aoțiunea flexiei granulei în parte poate fi comparată cu aoțiunea unui cuțit de strung, cu unghiul de degețare negativ și cu unghiul de apăsare foarte mic.

În timpul așchării granulei abrazive, metalul care este în contact cu feța de degețare a granulei este supus la deformații de compresie. În timpul așchării granulei, compresiunea și deformațiile metalului are loc pînă în momentul cînd epăsarea orizontă veștinge o valoare egală cu valoarea forței de coeziune interioară a particulelor de metal. În momentul în care epăsarea veștinge forța de coeziune interioară, se veș produce forfecarea așchii. Piescînd de la aceasta, se poate stabili că în timpul procesului de deșprindere a așchii, metalul suferă deformații: particulele sale se deplasează una în raport cu cealaltă (fig.51).

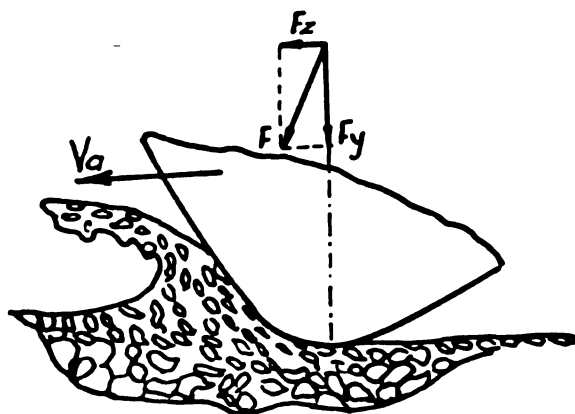


Fig.51 - Deformația metalului în procesul de așchiere cu corpuri abrazive

În urma cercetărilor s-a stabilit că, în timpul așchării și în jurul granulei abrazive se produce deformația plastică a metalului care se propagă la o anumită distanță, chiar și sub suprafața în curs de prelucrare [112].

Forma folosită pentru procesul de deșprindere de interior este un cap cilindric, pe a cărui margine sînt așchii, paraleli cu axul, segmentii așchii. Acești segmenti se pot deplasa radial, între anumite limite și diametrul poate fi reglat la mărimea necesară.

Reglarea radială a sculelor se poate realiza prin metode mecanică (Fig.52) metode hidraulică sau prin metode pneumatice [161 ; 236].

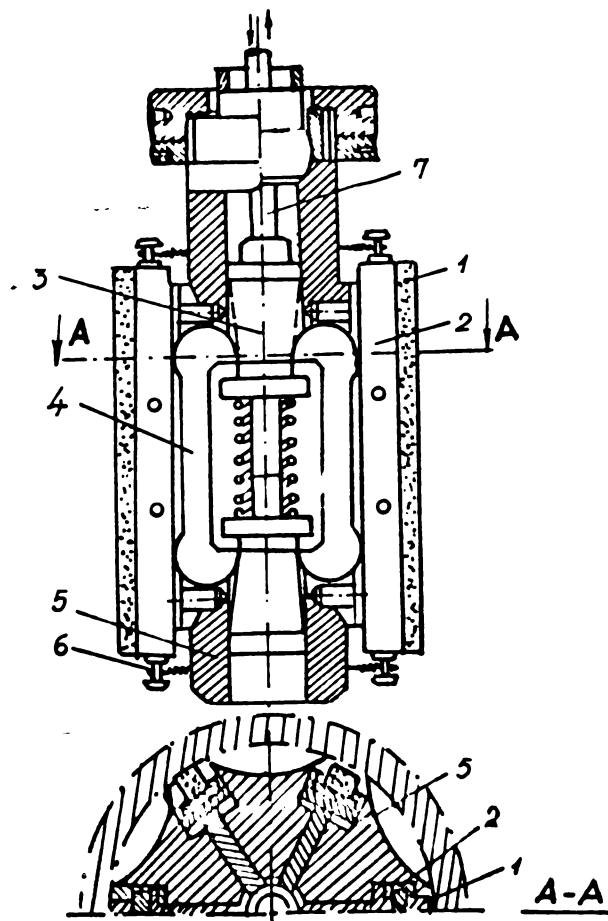


Fig.52 - Capul de bonuit cu reglarea radială prin metode mecanică

În figura 52 se observă că, segmentii abrazivi 1 sînt lipiți pe suportii metalici 2, care sînt împinși înapre exterior de conurile 3, prin plăcile intermediare 4. Suportii metalici 2 sînt ghidați în canalele longitudinale din corpul 5 al bonului și sînt spîsuți spre axe bonului de către două arcuri sau inele elastice 6.

Împingerea suportilor 2 spre exterior pentru reglarea poziției lor în funcție de diametrul alezajului se face prin rotirea șurubului central 7, care se înșurubează în conul inferior.

În procesul bonirii, capul de bonuit este legat articulat cu axul principal al mașinii și primește două mișcări : una de rotație și alta rectilinie alternativă după axe alezajului de prelucrat. În urma acestei situații caracteristică granulei abrazive

pe suprafața de prelucrat reprezintă o linie elicoidală, la dreapta - în cazul mișcării șculii în sus și la stânga în cazul mișcării șculii în sens invers. În general, neregularitățile obținute ca rezultat al procesului de hounire reprezintă o rețea de linii elicoidale. În figura 53 este reprezentată schematic traiectoria mișcării segmentului abraziv a bonului la o cursă dublă.

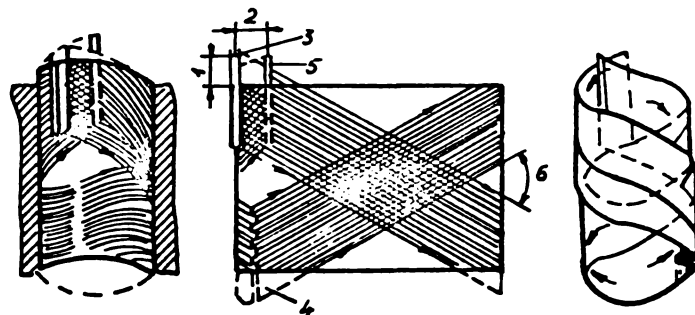


Fig. 53 - Schema traiectoriilor în cazul mișcării segmentului abraziv a bonului la o cursă dublă

1. lungimea cu care segmentul abraziv depășește capătul plăcii prelucrate ;
2. sondă de așchare ;
3. poziția segmentului abraziv la începutul primei curse de traversare ;
4. poziția segmentului abraziv la sfârșitul acestei curse ;
5. poziția segmentului abraziv la sfârșitul cursei de întoarcere ;
6. unghiul interior de intersecție a traiectoriilor

În procesul de hounire, pentru a evita de pe suprafața plăcii prelucrate, zonele permeabile de granule abrazive de un număr diferit de ori, mai ales acolo unde $n_g = 0$ (de la capetele cilindrului) - n_g este numărul de treceri ale granulelor abrazive pe un element de suprafață a șculei - este necesar ca segmentii abrazivi să aibă un corecție avans, adică să iasă din elementul de prelucrat cu o anumită lungime (l_g) în fiecare parte. Cercetările teoretice ca și cele practice arată că valoarea „ l_g ”

are o influență directă și apreciabilă asupra preciziei pieselor prelucrate. Aceasta datorită faptului că, pătrunderea și respectiv ieșirea sculei cu valoarea „ l_2 ” față de lungimea alezajului, arădă suprafeței de contact dintre segmentii abrazivi și piessă se schimbă. Aceasta face variația presiunii specifice atât în timp cit și în funcție de poziția bonului în lungăi alezajului, pot atinge valori importante care influențează notal de desfigurarea a bonului și deci precizia formei geometrice obținute.

Pentru a se evita mișcarea granulelor abrazive pe neregularitățile de la bonete, se dă segmentilor abrazivi o suprapunere „ l_2 ” adică o deplasare circulară la sfârșitul unei curse duble, față de poziția lor de la începutul cursei. Acest lucru se realizează prin alegerea potrivită a frecvenței de rotație și a cursei lor duble ale capului de bonuire, așa încât să se evite valori întregi ale raportului $\frac{v}{f}$, deoarece, în caz contrar, fiecare granulă și-ar păstra, în tot decursul prelucrării, una descrie la prima cursă dublă, schimbând prin aceasta stă calitatea cât și eficiența bonurii.

Operația de bonuire este precedată de operațiile de strunjire, finisare, alazare, broșare sau rectificare. Prin aceste prelucrări trebuie să se realizeze poziția unei alezajului, poziție care nu se poate corecta prin bonuire. În mod obișnuit, pentru condiționarea cămășilor de cilindru a tractoarelor și automobilelor operația premergătoare bonurii este alazarea pe neșini de alazat. Adesea pentru bonuire depinde de diametrul alezajelor, de materialul piessă și de caracterul operației care e precedat bonurii. Înainte de procedea de bonuire, la strunjirea interioară prealabilă a alezajelor trebuie să se lase un ados de 0,05 - 0,08 mm, la alazarea prealabilă de 0,02 - 0,04 mm, iar la rectificarea prealabilă de 0,01 mm [233].

În tabelul 9 se arată adăosurile de prelucrare pentru operații de bonuire interioară depinzând de material și de dimensiunea alezajului.

Adăosurile prea mari micșorează productivitatea și îngreuează obținerea corectă a formei alezajului.

În majoritatea cazurilor, bonuirea se execută în două faze: prelucrarea prealabilă și cea finală. La prelucrarea cilindrilor motoarelor de automobile și tractor cu diametrul de 100 ... 125 mm

prin prima fază se îndepărtează un adânc de 0,06 ... 0,08 mm, iar la a doua, un adânc de 0,01 ... 0,02 mm

Tabloul 9
Adâncurile de prelucrare pentru operația de hounire
interioară [101 ; 205]

Diametrul alezajului	Adâncul de prelucrare [mm]	
	Oțel	Fontă
25 ... 125	0,01 ... 0,04	0,02 ... 0,1
150 ... 300	0,02 ... 0,05	0,03 ... 0,16
300 ... 500	0,04 ... 0,06	0,12 ... 0,20

Prelucrarea prin hounire trebuie să îndepărteze toate urmele rășinei pe suprafața piesei de la operațiile precedente și de aceea cu cât suprafața este mai bine pregătită pentru operația de hounit, cu atât adâncul poate fi mai mic.

Procesul de hounire se efectuează în modul următor : piesa supusă prelucrării se fixează pe batiul mașinii cu dispozitivul de fixare, se introduc scule de hounit în alezaj cu segmentii abrazivi în stare strinsă. Apoi segmentii abrazivi se desfășoară în direcție radială, pînă la dimensiunea necesară, cu ajutorul unui cep special, apoi se transmite sculei o mișcare de rotație și una rectilinie alternativă. Viteza periferică și cea axială de deplasare se calculează după relațiile (7.2) și respectiv (7.3).

După terminarea procesului afin s-a îndepărtează întregul adânc de prelucrare, scula se scoate din alezaj, piesa se spală bine pentru a se îndepărta resturile de pulbere abrazivă și metalică și se usucă.

Procesul de hounire se efectuează cu răcire. Lichidul de răcire servește nu numai pentru răcire, dar și pentru spălarea particulelor abrazive. În cazul prelucrării fontei prin hounire, drept lichid de răcire se folosește petrolul lampant, iar în cazul prelucrării oțelului, petrolul lampant cu adăos de parafină sau ulei sulfonat. Prelucrarea prin hounire a bronzului se face cu apă sau ulei.

CAPITOLUL VI

REZULTATELE REZULTATELOR SI REZULTATELE REZULTATELOR

MARINA SPECIALIZATA PUNEREA PENTRU PUNEREA PUNEREA

6.1. Masini, dispozitive si mule folosite

6.1.1. Mașina de haură. Experimentările s-au realizat la mașina de haură verticală cu un singur arbore principal SZS 200 x 900. Producător VHS fabrica de mașini unite Neuburg (fig. 59).

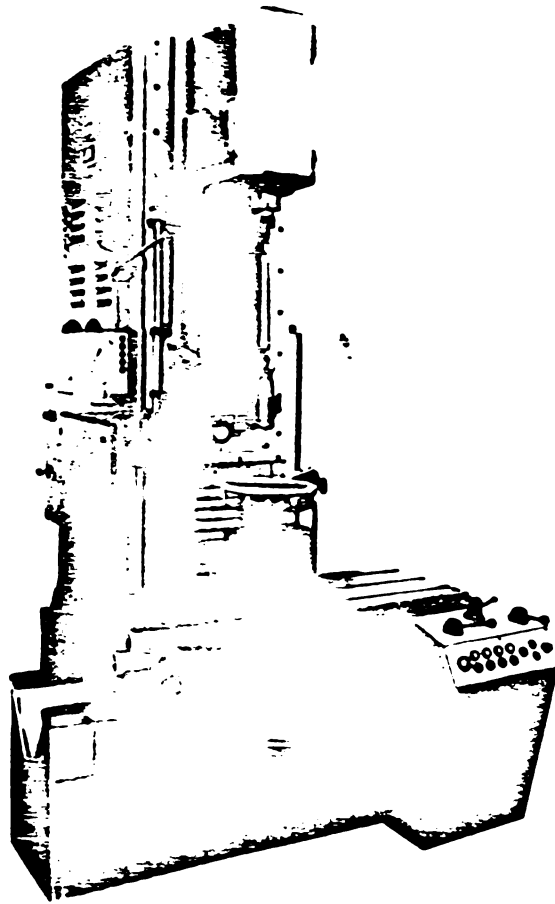


Fig. 59 - Mașina de haură tip SZS 200 x 900

6.1.2. Dispozitiv de fixare la hounire. Literatură de specialitate recomandă la prelucrarea unor piese precize, că este importantă folosirea unor baze unice, adică toate operațiile pentru prelucrarea suprafețelor precize să fie efectuate după aşezarea piesei pe aceeaşi suprafaţă de bază [74, 203].

După cum se ştie, la erorile de aşezare existente la bazele anterioare (ceea ce trebuie să se reflecte asupra suprafețelor prelucrate de la aceste baze) se adaugă alte erori, legate de aşezarea pe baze noi (ceea ce trebuie să se reflecte de asemenea asupra suprafețelor care se prelucroază de la baze noi). Astfel, înlocuirea bazelor poate să provoace o lipsă de precizie inadmisibilă în aşezarea diferitelor suprafețe, prelucrate de la baze diferite [22].

Pornind de la această concepție, pentru dispozitivul de aşezare la hounire, s-a ales bazarea aceeaşi ca cea de alésare.

Ținând seama că forța de aşchiere la hounire este mult mai mică ca la operația de alésare, s-a proiectat sistemul de strângere principală cu pârghiile de strângere acționante cu ajutorul excentricilor.

În figura 95 este reprezentată construcția unei pârghii cu două brațe acționante cu ajutorul discului excentric 1. Pârghia cu două brațe 3 este sprijinită pe planul de discul 1, care este rotit în jurul fusului 2 cu ajutorul mânerului 10.

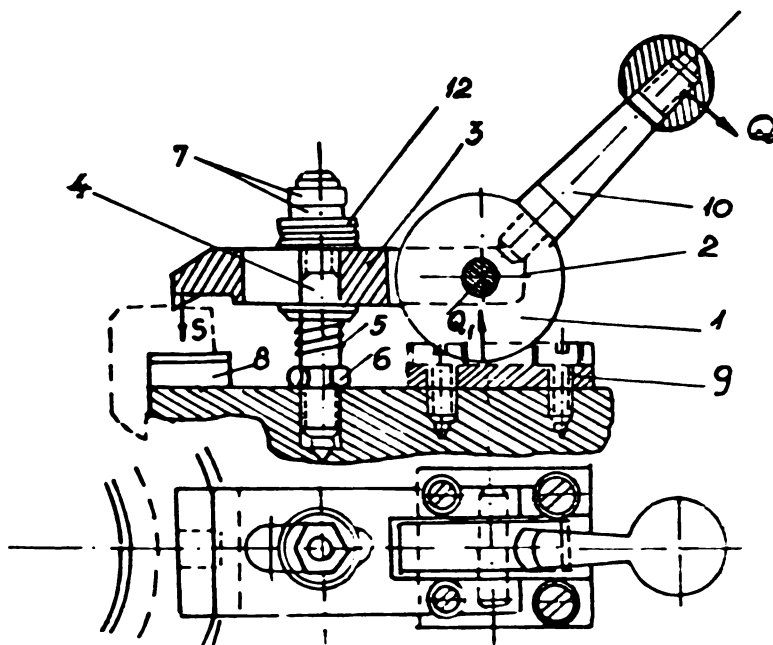


Fig.95 - Sistemul de strângere a pârghiilor de strângere

În timpul stringerii piesei, pârghia 3 se înclină și are tendința să deformeze gurubul 4. Încovoierea gurubului 4 este împiedicată de cele două șabla aferice 12, spânse între pârghia și pînlițele 7.

În timpul apăsării și scoaterii piesei de prelucrat, pârghia 3 împreună cu discul excentric 1 se retrage în poziția limită din dreapta. În acest scop, pârghia 3 este prevăzută cu o gaură alungită în care lucrează gurubul 4 iar placa 9 cu un canal în care este ghidat lateral discul excentric 1. Arcul 5 ține pârghia 3 ridicată pentru a ușura înlocuirea piesei.

Poziția pârghiei 3 se reglează față de dimensiunile de stringere ale piesei cu gurubul de aprijin 4, a cărei poziție se fixează cu pînlițe 6.

Fixarea piesei în dispozitiv cu sistemul de excentrice adoptat reduce mult timpul de fixare a piesei în dispozitiv.

6.1.3. Scula folosită. Scula folosită a fost un cop cu reglarea radială prin metode hidraulică, construită din șase segmente abrazivi din carbură de siliciu, cu liant ceramic, duritatea H [267]. Dimensiunile segmentelor abrazivi s-au luat 10 x 10 x 125 mm. Lichidul de răcire-ungere a fost petrol lampant, cu debitul de 12 l/min, distribuit uniform în timpul hennirii pe suprafața interioară a cilindrilor.

Pentru stabilirea ovalității și cea a concavității pieselor experimentate, măsurarea s-a făcut în șapte secțiuni transversale conform schiței din figure 40. Valorile concavității și cele ale ovalității se calculează după relațiile (3.7) și respectiv (4.14).

6.2. Influența presiunii specifice a segmentelor abrazivi x) asupra preciziei de la formă a pieselor prelucrate prin hennire

Pînă în prezent, literatura de specialitate nu precizează influența diferitelor valori ale presiunii specifice a segmentelor abrazivi asupra preciziei de la formă a pieselor prelucrate. Rezultatele cercetărilor autorului arată că, presiunea specifică are o influență foarte puternică asupra preciziei pieselor hennite.

x) Presiunea specifică care se folosește în lucrarea de față, sînt valorile arătate de mecanismul fixat pe mașină.

Experimentările s-au realizat cu următorii parametri:

- viteză periferică $V_p = 65$ m/min ;
- viteză axială de auto-vino $V_a = 13,5$ m/min ;
- lungimea de depășire a segmentelor abrazivi la capetele alveajului $l_d = 30$ mm ;
- timpul de lucru $\tau = 1$ min ;
- granulozitatea segmentelor abrazivi : 8 (150)

Piesele experimentate sînt grupate după sîrimea ovalității: 0,04 ; 0,05 ; 0,06 ; 0,07 ; 0,08 mm.

Experimentările s-au realizat cu presiunea specifică variabilă de la 5 daN/cm² pînă la 18 daN/cm², pentru fiecare grupă de ovalitate inițială.

Pentru fiecare punct de experimentare s-au efectuat 5 cîmît.

De menționat că viteza periferică și cea axială se calculează după relațiile (7.2) și respectiv (7.3).

Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelul 10 și figura 96.

Tabelul 10

Influența presiunii specifice a segmentelor abrazivi asupra capacității corectării ovalității cilindrilor de cilindru

Ovalitatea înainte de lucru [mm]	Ovalitatea cilindrilor după lucru [mm]							
	5	6	8	10	12	14	16	18
0,04	0,05	0,04	0,03	0,025	0,02	0,018	0,020	0,025
0,05	0,06	0,05	0,037	0,03	0,022	0,020	0,024	0,030
0,06	0,07	0,06	0,045	0,035	0,028	0,026	0,028	0,035
0,07	0,08	0,07	0,035	0,04	0,032	0,030	0,034	0,045
0,08	0,09	0,08	0,06	0,045	0,036	0,035	0,038	0,050
Presiunea specifică [daN/cm ²]	5	6	8	10	12	14	16	18

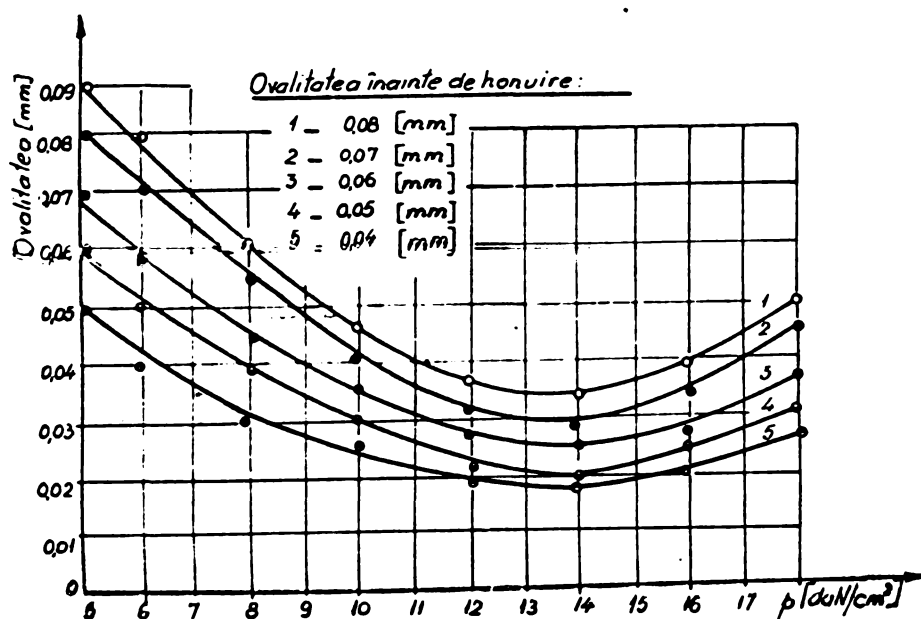


Fig.56 - Influența presiunii specifice a segmentelor abrazivi asupra capacității corectării ovalității cămășilor de cilindru

Din rezultatele de mai sus, se deduc următoarele concluzii:

1. Cu cât abateres formei cămășilor de cilindru rezultată după prelucrarea premergătoare (alezarea) este mai mare, cu atât abateres de formă obținută după honuire este mai mare. Această corectură a preciziei pieselor prelucrate din procesul prelucrării de alezare are o influență directă asupra preciziei pieselor honuite. De aceea, pentru mărirea preciziei pieselor reconștuite, este necesar să se cunte toate posibilitățile pentru mărirea preciziei pieselor alezate.

2. Există o valoare a presiunii specifice optime (p_{opt}), unde capacitatea de corectare a abaterii formei cămășilor de cilindru este maximă, valoarea aceasta fiind egală $p_{opt} = 14 \pm 15$ [daN/cm²].

3. Cu cât presiunea specifică aplicată este mai mică față de „ p_{opt} ” cu atât capacitatea de corectare a formei este mai redusă. Aceasta datorită faptului că, la presiuni mici, granulele abrazive pot să nu pătrundă suficient în materialul semifabricat, astfel că nu poate avea loc îndepărtarea adecvată de prelucrare și corectarea erorilor de formă. Există o valoare, unde capacitatea

de corectare a formei pieselor bonuite este egală cu zero ($p = 6 \text{ daN/cm}^2$). La prelucrarea cu presiune specifică mai mică decât valoarea de mai sus, precizia pieselor bonuite nu numai că nu se îmbunătățește ci chiar se înrăutățește, adică abaterile de la formă a pieselor bonuite va fi mai mare decât cea inițială. Aceasta se explică datorită faptului că, prelucrarea cu presiune specifică prea mică, segmentii abrazivi nu mai fac contact bun cu suprafața prelucrată, fenomen care duce la vibrații în timpul mișcării. Cu cât presiunea este mai mică cu atât vibrațiile capului de bonuit este mai intense, în consecință, abaterile formei câștigilor se mărește.

4. Cu cât presiunea specifică este mai mare decât cea optimă (p_{opt}), cu atât capacitatea de corectare a abaterii formei pieselor bonuite este mai redusă. După cum se știe, câștigii de cilindru sînt piese cu pereți subțiri și au o rigiditate extrem de mică în direcția radială. La prelucrarea la presiune mai mare decât cea optimă, componenta radială a forțelor de aşchiere care acționează pe suprafața prelucrată se mărește la o valoare aprecia-bilă și variabilă, ceea ce provoacă abaterile de la forma geometri-că a pieselor bonuite. Dacă prelucrarea se face cu presiune spe-cifică mult mai mare decât cea necesară, abaterile de la formă a pieselor bonuite se pot mări la o valoare care să depășească pe cea inițială.

5. Cu cât abaterile de formă a pieselor obținută din ope-rație prelucrării prin presiune este mai mică, cu atât capacita-tea de corectare este mai mare și mai ușoară adică, pentru obți-narea preciziei de formă, prescrisă de norme tehnice, se poate amputea cu valorile presiunii specifice într-un interval mai larg.

6. Piesele care au ovalitatea mai mare sau egală de 0,09 mm prin bonuire, practic nu se poate obține precizia de formă prescrisă de norme tehnice (ovalitatea mai mică sau egală de 0,03 mm) adică capacitatea de reglare este mică.

6.3. Influența lungimii de depășire a valorii „ l_d ” la capetele piesei prelucrate de către segmentii abrazivi

Literatură de specialitate recomandă valoarea „ l_d ” într-o limită largă [32; 60; 70; 100; 101, ...] și există lipsuri

mari, mai ales că nu se consideră condițiile concret de la caz la caz, unde se caracteristici diferite, de aceea aplicarea acestor recomandări în producție nu are rezultate pozitive. Rezultă necesitatea cercetărilor în acest domeniu

6.3.1. Influența valorii „ λ_g ” asupra abaterii de la formă cilindrică (conicitatea) a căștilor de cilindri preîncazați prin honing. Experimentările s-au realizat cu următorii parametri :

- Unghiul de honuire $\phi = 1$ minut ;
- Presiunea specifică $p = 15 \text{ kg/cm}^2$;
- Viteza axială de auto-vino $V_a = 13,5 \text{ m/min}$;
- Viteza periferică $V_p = 65 \text{ m/min}$;
- Crenulația segmentelor abrazivi : 8 (150).

Pentru obținerea unor rezultate pe cât posibil precise, la realizarea acestor experimentări s-au ales căștile care au abateri de la formă cilindrică (conicitatea) după slezarea într-o limită foarte strînsă (0,01 ... 0,03 mm).

Piesele experimentate s-au măsurat în trei secțiuni (două secțiuni la cap I-I, III-III și una la mijloc II-II) înainte și după honuire (Fig.57).

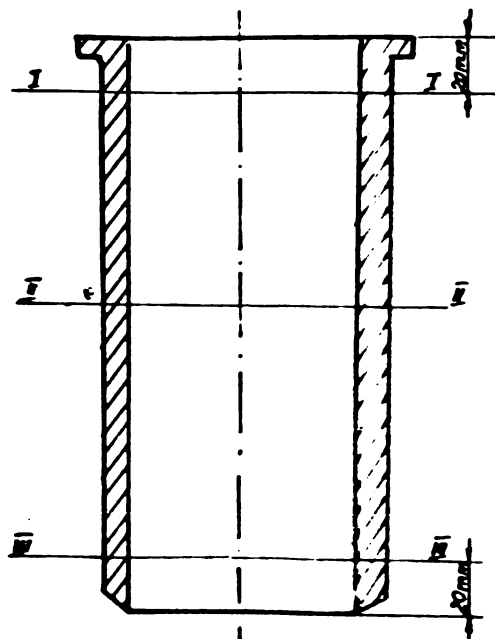


Fig.57 - Pozițiile de măsurare

Experimentările s-au efectuat la 6 bucăți pentru fiecare valoare „ λ_g ”.

În tabelul II se reprezintă valorile „ ΔD ” în secțiunile I-I, III-III în funcție de „ l_g ” după rezultatele obținute prin experimentările executate.

unde,

$$\Delta D = D_2 - D_1 \quad (6.1)$$

în care:

D_1 = diametrul alezajului în secțiunea măsurată înainte de honuire, în mm ;

D_2 = diametrul alezajului măsurat în aceeași secțiune după honuire, în mm .

Tabelul II

Variația „ ΔD ” în funcție de „ l_g ”

	l_g [mm]							
	0	10	20	30	40	50	60	70
ΔD [mm]	0	0,01	0,015	0,02	0,03	0,08	0,11	0,16

Pentru secțiunea II-II, rezultatele experimentărilor arată că, valoarea „ ΔD ” variază într-o limită foarte mică cu orice schimbare „ l_g ”, de aceea se poate considera că în această secțiune valoarea „ ΔD ” este constantă. În cazul de față $\Delta D_{II-II} = 0,025$ mm.

În figura 58 se arată variația formei cilindrice după honuire a cămășilor de cilindru în secțiunea axială în funcție de „ l_g ”.

Din rezultatele obținute se pot scoate următoarele concluzii :

1. Capacitatea de aşchiere a segmentelor abrazivi la capetele cămășilor de cilindru este variabilă, cu cât valoarea „ l_g ” este mai mare, cu atât capacitatea de aşchiere este mai mare.

2. Dacă „ l_g ” este egal cu zero, atunci capacitatea de aşchiere a segmentelor abrazivi la capetele cămășilor este nulă.

3. La prelucrarea cu parametrul „ l_g ” care depășește o valoare anumită ($l_g > 40$ mm), procesul de aşchiere la capetele cilindrilor nu se mai desfășoară normal. Cu mărirea valorii lui „ l_g ” capacitatea de aşchiere se mărește brusc, aceasta explicându-se datorită faptului că presiunea specifică a segmentelor abrazivi

se mărește la o valoare foarte mare [117; 125].

4. Dacă prelucrarea se face cu „ l_g ” mai mic decât 30 mm, atunci, cu cît acesta este mai mic, cu atît capacitatea de echilibrare la capetele cilindrilor este mai redusă decît aceea de la mijloc. Aceasta se explică prin aceea că există zone care nu sînt echilibrate de către segmentii abrazivi, sau numărul de treceri a granulelor abrazive în aceste zone este mai mic decît la mijloc.

5. Este posibilă o alegere a valorii „ l_g ” unde capacitatea de echilibrare a segmentilor abrazivi pe secțiunile generatoarei să fie egală (punctul M în figură), adică la prelucrarea cu valoarea „ l_g ” respectivă se obțin piese perfect cilindrice.

6. Dacă se neglijează o variație neînsemnată a lui „ ΔD ”, se constată că atunci capacitatea de echilibrare de către segmentii abrazivi în partea de mijloc a piesei este constantă, aceasta se explică prin faptul că în partea de mijloc presiunea specifică a segmentilor abrazivi pe suprafața prelucrată este întotdeauna constantă, totodată și numărul de treceri a granulelor abrazive în această parte este egal.

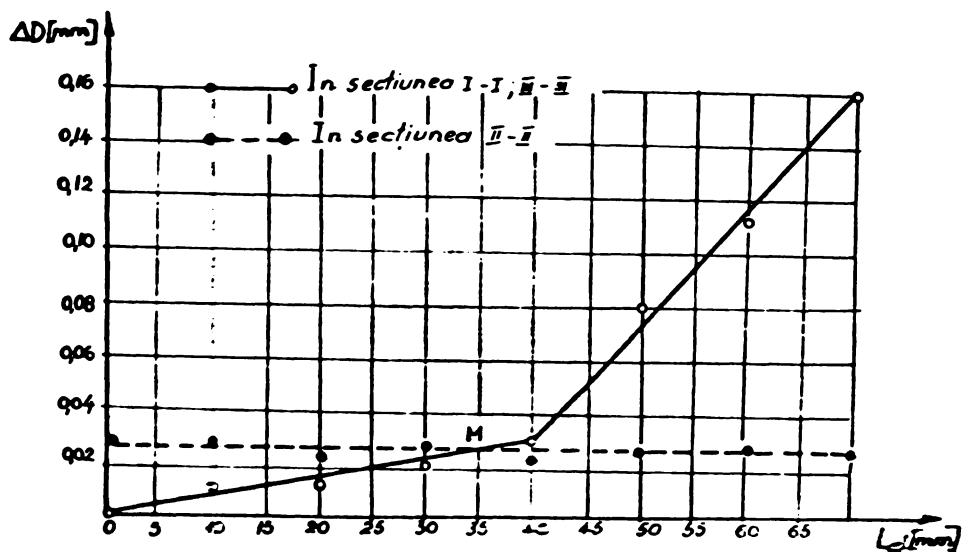


Fig. 98 - Variația „ ΔD ” în funcție de „ l_g ”

7. Diagramele din figura 53 arată foarte clar o imagine de schimbare a formei cilindrice a pieselor prelucrate după variația parametrului „ l_g ”, în scopul măririi preciziei pieselor prelucrate. De exemplu, încă după prelucrarea premargătoare piesele au dimensiunile mai mici la capete decât la mijloc atunci se horește cu valoarea „ l_g ” mai mare decât valoarea „ l_g ” optimă (partea dreaptă a punctului M), și invers.

8. Prin diagramele de mai sus, se demonstrează că, concavitatea, convexitatea și convergența suprafeței cilindrică de cilindru horește depinde în mare măsură de distanța cu careiese scula de horește din aleraj („ l_g ”).

9. La horeșirea cîmășilor de cilindru ale motorelor D-103, unde lungimea piesei prelucrate este $l_p = 258$ mm, iar segmentii abrazivi au lungimea $l_b = 125$ mm, pentru obținerea pe cît posibil a preciziei pieselor prelucrate, cercetările experimentale ale autorului arată că, cea mai optimă valoare de depășire a segmentilor abrazivi la capetele piesei este $l_g \text{ opt} = 30 \dots 35$ mm, adică :

$$l_g \text{ opt} = 0,25 l_b$$

6.3.2. Influența valorii „ l_g ” asupra abaterii de la forma circulară (ovalitatea) a cîmășilor de cilindru prelucrați prin horeșire. Pînă în prezent, literatură de specialitate nu conștințește influența valorii lui „ l_g ” asupra abaterii de la forma circulară (ovalitatea) a pieselor horeșite.

Pentru a studia această problemă, s-au realizat experimentările cu urătorii parametri :

Tipul de horeșire	$\zeta = 1$ min ;
Presiunea specifică	$p = 15$ daN/cm ² ;
Viteza axială de auto-vino	$V_a = 13,5$ m/min ;
Viteza periferică	$V_p = 65$ m/min ;
Granulația segmentilor abrazivi	8 (150)

Pentru mărire preciziei rezultatelor experimentărilor s-au ales cîmășile experimentale cu ovalitatea între limitele de 0,03 ... 0,04 mm după prelucrarea premargătoare (alerarea). Experimentale s-au efectuat cu 6 bucăți pentru fiecare valoare a lui „ l_g ”. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelul 12

și figura 59. În care : δ este coeficientul de reducere a ovalității cârștilor

$$\delta = \frac{O_i}{O_f} \quad (5.2)$$

unde:

O_i este ovalitatea inițială (scara de hounire);

O_f - ovalitatea finală (după hounire)

iar,

δ_o - coeficientul de reducere a ovalității cârștilor la capetele cilindralui ;

δ_m - coeficientul de reducere a ovalității cârștilor la mijlocul cilindralui.

Tabelul 12

Dependența dintre coeficientul de reducere a ovalității cârștilor (δ) și valoarea „ l_d ”.

	l_d [m.m]							
	0	10	20	30	40	50	60	70
δ_m	1,50	1,74	2,00	2,22	1,80	1,30	1,00	0,50
δ_o	0,80	0,90	0,10	1,7	0,10	0,80	0,70	0,40

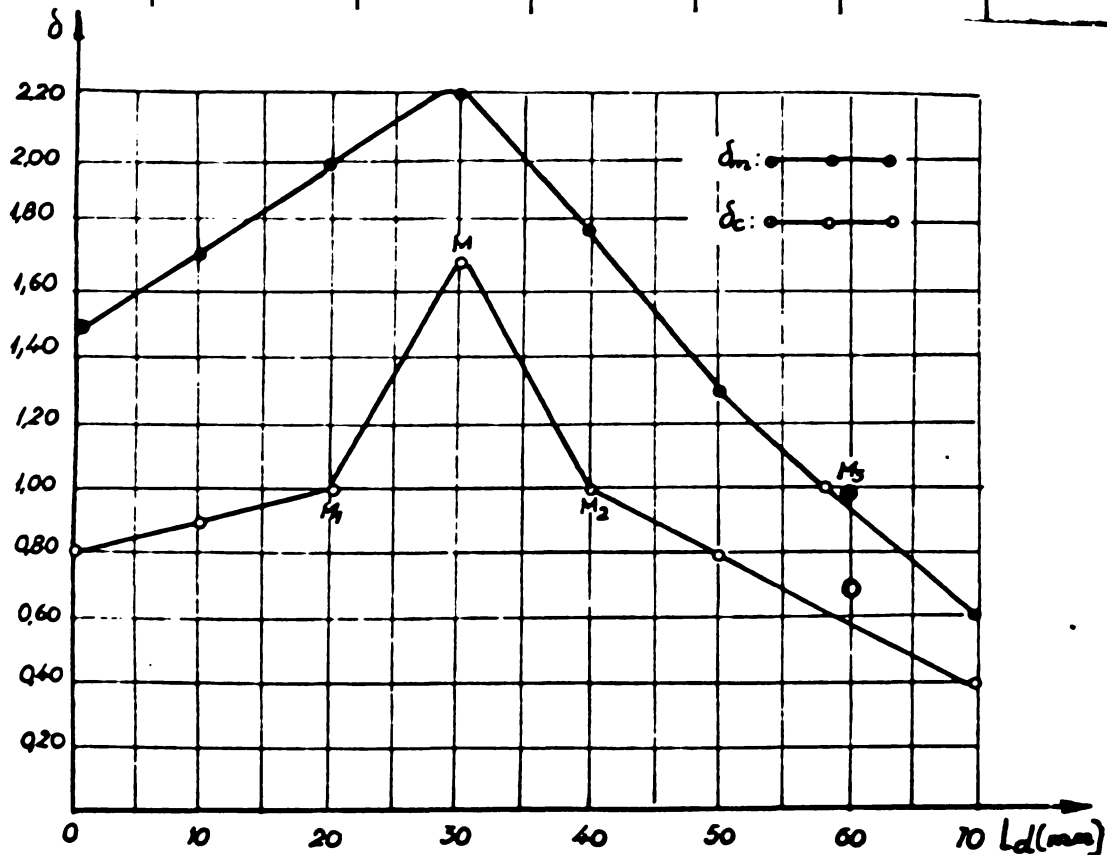


Fig. 59 - Dependența dintre coeficientul „ δ ” și valoarea „ l_d ”

Prin coeficientul de reducere a ovalității „ δ ” se apreciază capacitatea de corectare a abaterii formei circulare (ovalității) a pieselor bonuite.

Din rezultatele obținute după cercetările experimentale se trag următoarele concluzii:

1. La bonuirea pieselor cu pereții subțiri—cămășile de cilindru—valoarea lui „ λ_g ” nu are nici o influență asupra abaterii de la forma cilindrică ale pieselor prelucrate, ci totdeauna influențează și asupra abaterii de la forma circulară.

2. Capacitatea de corectare a abaterii de la forma circulară la capetele cămășilor este întotdeauna mult mai slabă decât cea la mijloc ($\delta_c < \delta_m$) și se desfășoară foarte variat. De asemenea, în producție se observă că, ovalitatea la capetele cămășilor prelucrate prin bonuire este întotdeauna mai mare decât cea de la mijloc și aceasta este foarte greu de înlăturat.

3. Pentru corectarea abaterii de la forma circulară a capetelor cămășilor, nu orice valoare a lui „ λ_g ” aduce rezultate pozitive. Dacă se bonuiesc cămășile cu valoarea „ λ_g ” prea mică (la stînga punctului M_1 din figură 99) atunci ovalitatea cămășilor se mărește mai mult decât cea inițială ($\delta_c < 1$). Aceasta se explică prin capacitatea de echilibrare a segmentelor abrazivi la capetele cămășilor din ce în ce mai slabă cînd valoarea lui „ λ_g ” este din ce în ce mai scăzută, pe de altă parte la capetele cămășilor existînd zonele unde capul de bonuit își schimbă sensul mișcării ducînd la apariția vibrațiilor capului și în consecință aceasta provoacă deformarea cămășilor din zonele respective.

4. De asemenea dacă se mărește valoarea lui „ λ_g ” mai mare decât este necesar (partea dreaptă a punctului M_2 din figură 99) rezultă că, cu cît valoarea lui „ λ_g ” este mai mare cu cît ovalitatea cămășilor crește mai mult decât valoarea inițială ($\delta_c < 1$). Aceasta se întîmplă datorită faptului că aceste cămăși sînt piese foarte sensibile la deformare sub influența opărilor de echilibrare. De la punctul M_2 , precizăm specific că se mărește brusc cu creșterea valorii lui „ λ_g ”.

5. Există un interval din valorile lui „ λ_g ” unde capacitatea de corectare a abaterii de la forma circulară a capetelor cămășilor are valoarea optimă (zone $M_1 \dots M_2$ curba „ δ_c ”). În

acest interval, capacitatea de corectare se mărește brusc ajungându-se la un punct maxim (punctul II) care reprezintă capacitatea corectării ideale.

Capacitatea bună de corectare a formei circulare a câmbiilor în acest interval se explică prin capacitatea de scădere în tensiuni de către segmentul abraziv, iar influența negativă a vibrațiilor și a apăsărilor de deschidere se poate neglija.

6. Valoarea lui „ l_g ” influențează capacitatea de corectare a abaterii de la forma circulară a piștelor hornite pe raze în partea de la capetele câmbiilor dar și chiar în partea de mijloc a acestora.

7. În cazul când „ l_g ” se mărește la o valoare prea mare (partea dreaptă a punctului II, pe curba δ_{max}) stăruie apare o influență negativă din punct de vedere al corectării formei circulare a piștelor chiar în partea de mijloc, adică forma circulară a câmbiilor după hornire se înrăutățește față de forma inițială ($\delta_{\text{max}} < 1$). Aceasta se explică prin faptul că datorită deformării efectuate în partea dinaptea capetale câmbiilor apare influență direct la deformare și partea de mijloc a câmbiilor.

8. Este foarte interesant că, valoarea lui „ l_g ” unde capacitatea de corectare a abaterii de la forma circulară este maximă în partea de la capetele câmbiilor este maximă în același timp și pentru partea de mijloc.

9. La recondiționarea câmbiilor de cilindru ale motoarelor D-103 prin hornire, dacă valoarea $20 < l_g < 40$, în acest caz capacitatea de corectare a formei circulare a piștelor se desfășoară pe toată lungimea câmbiilor. Iar atunci când valoarea „ l_g ” = 30 mm ($l_g \approx 1/4 l_b$) capacitatea de corectare a formei circulare a piștelor este ideală pe toată lungimea.

10. Valoarea lui „ l_g ” optimă pentru corectarea formei circulare este totodată optimă și pentru corectarea formei cilindrice.

11. Experimentările arată că, în orice fel de valori ale ovalității câmbiilor se pot corecta prin hornire. Capacitatea de corectare maximă a formei circulare a câmbiilor este limitată de coeficientul reducerii ovalității la capetele cilindrilor ($\delta_{\text{max}} = 1,7$). De aceea pentru obținerea precizei formei piștelor prelucrate, din punct de vedere al ovalității, este absolut necesar

ce piesele prelucrate prin achiere trebuie să ajungă la o precizie suficient de mare (ovalitatea maximă = 0,05 mm).

6.4. Capacitatea de corectare a abaterii formei câmpilor de cilindru în funcție de timpul necesar honurii

În figura 60 este reprezentată reducerea ovalității și a conicității în funcție de timpul de honuire. Experimentele s-au efectuat cu următorii parametri :

Viteză axială de achiere	$V_a = 13,5$	m/min ;
Viteză periferică	$V_p = 65$	m/min ;
Presiunea specifică	$p = 15$	daN/cm ² ;
Depășirea segmentilor abrazivi la capetele câmpilor	$l_d = 30$	mm ;
Granulozitatea segmentilor abrazivi	8	(150).

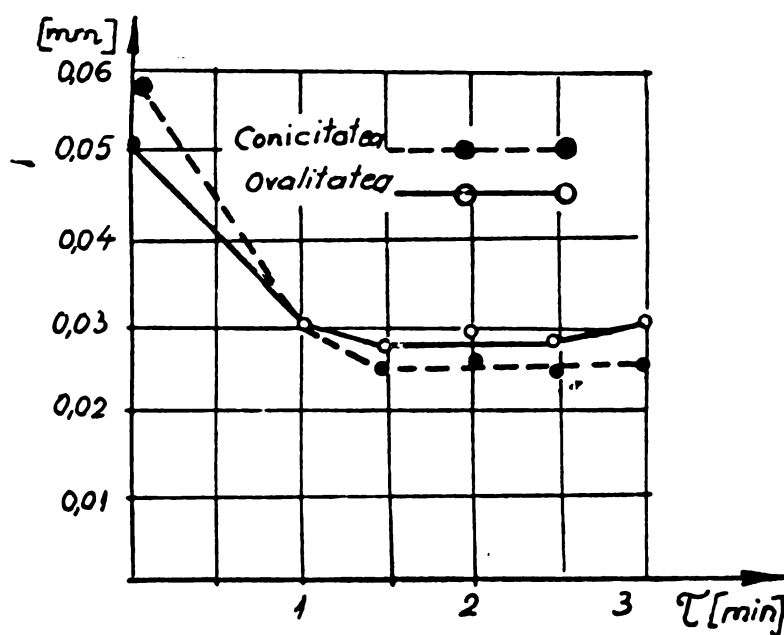


Fig.60 - Reducerea ovalității și a conicității în funcție de timpul de honuire

Piesele experimentate s-au ales cu erorile ovalității inițiale de 0,05 mm, iar a conicității inițiale de 0,06 mm. S-au măsurat ovalitatea și respectiv conicitatea după timpul de 30", 1', 1'30", 2', 2'30" și 3', pentru fiecare piesă experimentată.

Correspondent fiecărui interval de timp ales pentru experimentare s-au honuit 6 câmpii de cilindru.

Din rezultatele experimentărilor se desprind următoarele concluzii:

1. Capacitatea de reducere a ovalității ce și a conicității crește continuu cu durata de honuire până la 1'30", iar procesul de corectare a abaterii formei geometrice se desfășoară intensiv în primul minut. Aceasta se explică prin faptul că, piesele după aluzare rămân abaterile de la forma geometrică pe cele două suprafețe cilindrice (fig.61), care face ca în primul minut de honuit, segmentii abrazivi să facă contact cu suprafața prelucrată a piesei honuite numai în partea denivelată, adică cu o suprafață mică.

Din această cauză capacitatea de echilibrare a segmentelor abrazivi se mărește intensiv și respectiv se mărește și capacitatea de corectare a abaterii formei geometrice.

2. După un timp de 1'30" dacă se continuă procesul de honuire capacitatea de corectare a abaterii formei geometrice practic este înscutată.

3. Capacitatea de corectare a abaterii de la forma circulară este mai mică decât cea de corectare a abaterii formei cilindrice.

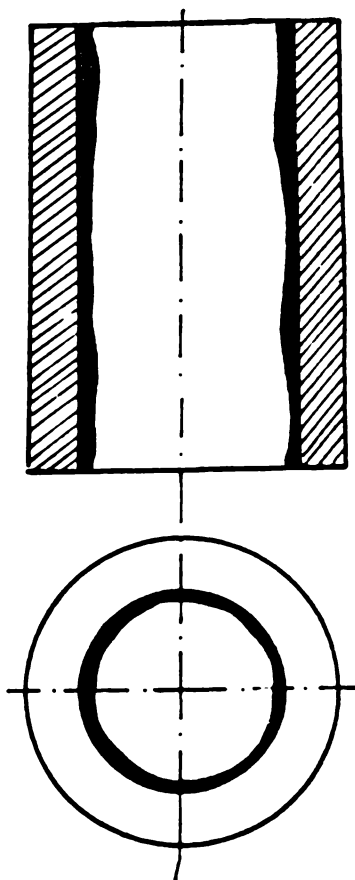


Fig.61 - Abaterile de la forma geometrică a cilindrilor înscute de honuire

6.5. Efectul numărului fazelor hounirei asupra caracteristicilor măririi preciziei pieselor prelucrate la hounire

Experimentările s-au efectuat în trei faze: hounire de degroșare ; hounire de finisare și hounire finală cu următorii parametri:

a). Hounirea de degroșare :

Viteza axială de duș-vino	$V_a = 13,5$	n/min :
Viteza periferică	$V_p = 65$	n/min :
Presiunea specifică	$p = 15$	daN/cm ² :
Timpul de hounire	$t = 1$	min :
Granulația segmentilor abrazivi	8 (150);	
Depășirea segmentilor abrazivi la capetele câștilor :	$l_d = 30$	mm.

b). Hounirea de finisare :

Viteza axială de duș-vino	$V_a = 13,5$	n/min :
Viteza periferică	$V_p = 65$	n/min :
Presiunea specifică	$p = 12$	daN/cm ² :
Timpul de hounire	$t = 1$	min :
Granulația segmentilor abrazivi	5 (240);	
Depășirea segmentilor abrazivi la capetele câștilor:	$l_d = 30$	mm.

c). Hounirea finală :

Viteza axială de duș-vino	$V_a = 13$	n/min :
Viteza periferică	$V_p = 77$	n/min :
Presiunea specifică	$p = 9$	daN/cm ² :
Timpul de hounire	$t = 40$	sec.
Granulația segmentilor abrazivi	H.28 (400);	
Depășirea segmentilor abrazivi la capetele câștilor	$l_d = 30$	mm .

Toți parametrii de mai sus se mențin constanti în timpul în care se desfășoară procesul experimentărilor respective. Experimentările s-au efectuat pe 100 bucăți cilindri pentru fiecare fază de hounire.

Detalele obținute sînt arătate în anexa 3, tabelele 9, 10

și li pe baza cărora s-au întocsit diagramele reprezentate în fig. 62 și s-au calculat valorile „ \bar{x} ” și „ σ ” care sînt reprezentate în tabelul 13.

De menționat că valorile „ \bar{x} ” și „ σ ” se calculează după relațiile (4.7) și respectiv (4.8).

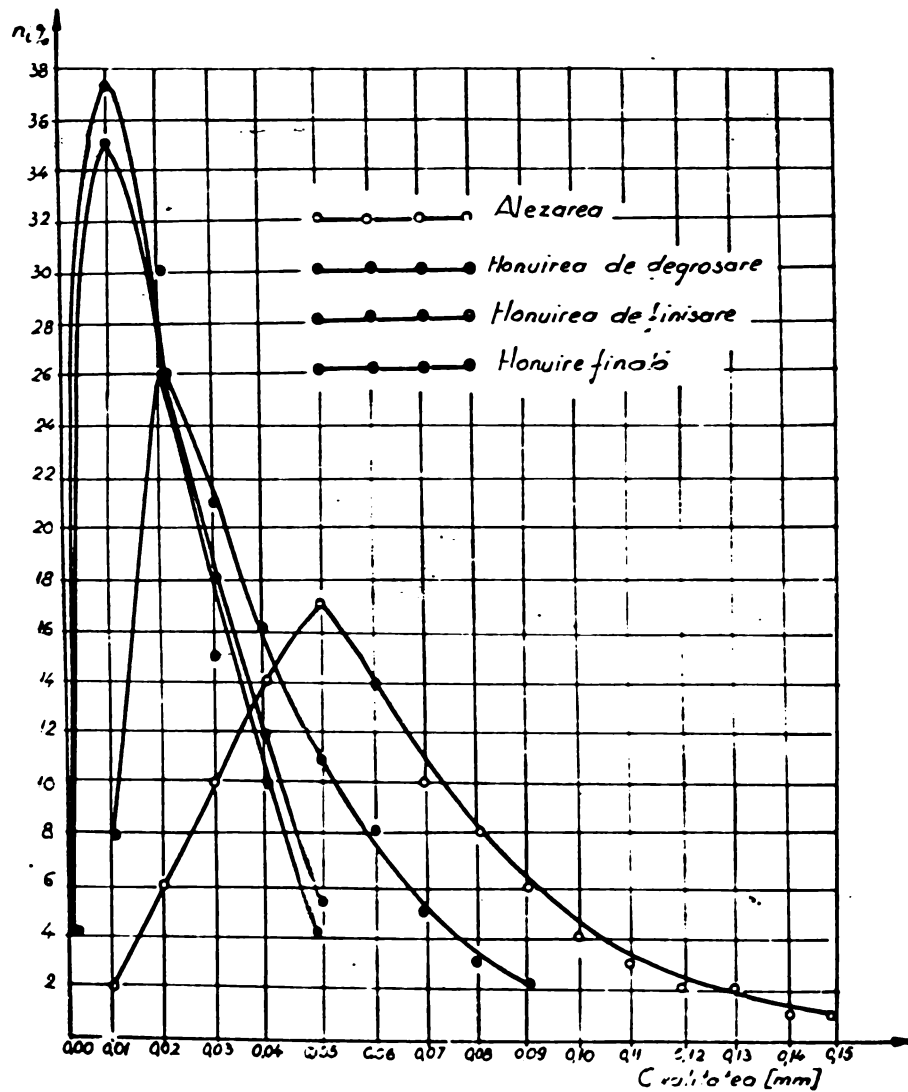


Fig. 62 - Ovalitatea la hănuire

Tabelul 13

Ovalitatea câmpilor de cilindrită după hănuire

Nelul de experimentare	\bar{x}	σ	Ovalitatea $\leq 0,05$ mm
Alezarea	0,0609	$29,3 \cdot 10^{-3}$	18
Hănuirea de degrosare	0,036	$19,3 \cdot 10^{-3}$	55
Hănuirea de finisare	0,022	$12,5 \cdot 10^{-3}$	83
Hănuirea finală	0,020	$11,5 \cdot 10^{-3}$	96

Unde : \bar{x} este media aritmetică a măsurătorilor ;
 σ - abaterea medie pătratică.

Din rezultatele experimentărilor rezultă :

1. Prin hounirea de degroşare, precizia pieselor hounite se ridică într-o măsură însemnată. Aceasta se explică prin faptul că la hounirea de degroşare, capacitatea de aşchiere de către segmentii abrazivi este foarte intensă.

2. În cazul hounirii finale, capacitatea de corectare a abaterii formei circulare cit şi a celei cilindrice este foarte redusă. Fenomenul se explică prin faptul că la hounirea finală se aplică o precizie specifică mică totodată şi cu segmentii abrazivi care au granulele foarte fine. Din această cauză, capacitatea de aşchiere a segmentilor abrazivi este foarte redusă. Se scoate în evidenţă că precizia pieselor prelucrate (stît ovalitatea cit şi conicitatea) înainte de hounirea finală trebuie să ajungă cel puţin la valoarea preciziei, care este stabilită de norma tehnică.

3. La hounirea de finisare, precizia pieselor prelucrate se măreşte într-o măsură considerabilă, se măreşte totodată şi necesitatea suprafeţelor, aceasta din urmă contribuind la reducerea timpului de hounire în fase prelucrării următoare (hounirea finală). Din rezultatele cercetărilor experimentale de mai sus se fac următoarele recomandări : După hounirea de degroşare, condiţiile celele se abaterii de formă ridicată, atunci este necesară continuarea hounirii de finisare. Acest fapt contribuie la mărirea preciziei pieselor prelucrate într-o măsură însemnată. Dar pînă în prezent, pentru hounirea pieselor, la care foarte greu se obţine o precizie superioară ca şi în cazul câmpilor de cilindru, numeroasele lucrări de specialitate recomandă hounirea masivă în două faze (hounirea de degroşare şi cea finală) [101 ; 114].

6.6. Capacitatea de corectare a abaterii de la forma geometrică în funcţie de abaterii de formă iniţială

6.6.1 Capacitatea de corectare a abaterii de la forma cilindrică în funcţie de abaterii de formă iniţială

Experimentările s-au efectuat cu următorii parametri :

- | | | |
|--|--------------|-----------------------|
| - Viteza axială de date-vino | $V_a = 13,5$ | m/min : |
| - Viteza periferică | $V_p = 65$ | m/min : |
| - Presiunea specifică a segmentelor abrazivi | $p = 15$ | daN/cm ² : |
| - Timpul de hounire | $t = 1$ | min, |

- Depășirea segmentilor abrazivi la
capetele câmpurilor $l_p = 30 \text{ mm}$;
- Granulozitatea segmentilor abrazivi 8 (150).

Piesele experimentate s-au sortat în grupe după mărimea conicității inițiale (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10).

Experimentările s-au efectuat cu 6 bucăți pentru fiecare valoare a conicității inițiale.

Rezultatele obținute sînt reprezentate în fig. 63.

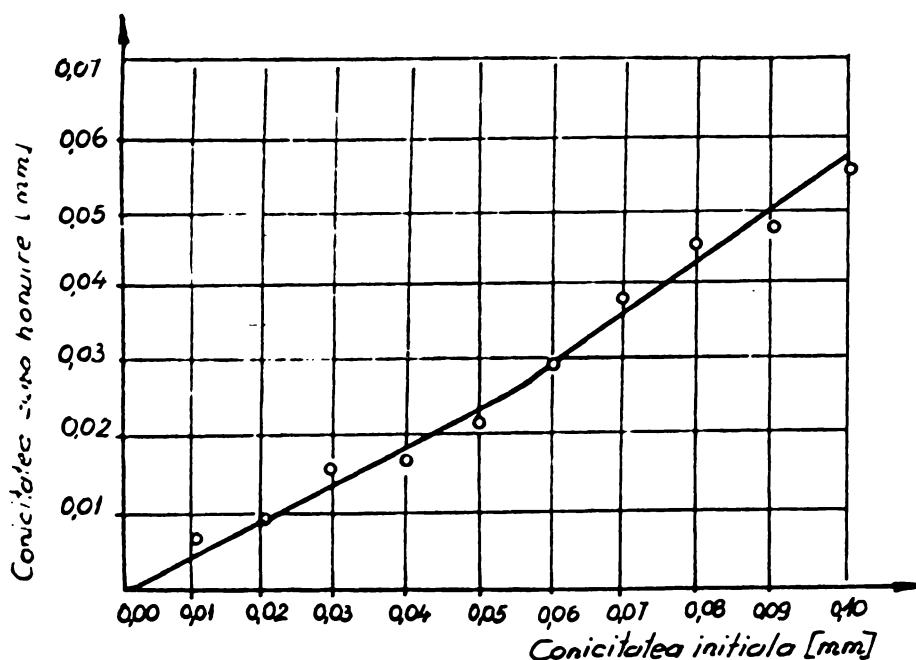


Fig. 63 - Dependența conicității câmpurilor honuite în funcție de conicitatea inițială (după alegere)

Din rezultatele obținute se pot concluziona următoarele :

1. Pentru obținerea conicității egale cu 0,03 mm după honuire, este necesar ca după alegerea câmpurilor de cilindru să aibă o valoare a conicității maxime de 0,06 mm ;

2. Cu cât piesele au conicitatea inițială mai redusă cu atât conicitatea obținută după honuire este mai mică.

3. Dacă conicitatea inițială a pieselor este cuprinsă între 0,01 ... 0,06 mm, starea capacității de corectare a obținerii formei cilindrice este mai intensă și mult mai ușor de realizat, iar dacă valoarea conicității inițiale a pieselor este mai mare decât 0,06 mm

capacitatea de corectare a formei cilindrice a cămășilor este redată simțitor, procesul de corectare este cu atât mai greu când abateres inițială este din ce în ce mai mare.

6.6.2. Capacitatea de corectare a abaterii de la forma circulară în funcție de abateres de formă inițială

Experimentările s-au efectuat cu aceeași parametri ca și în cazul (6.6.1).

Piesele experimentate s-au sortat în grupe după mărimea ovalității inițiale (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10).

Experimentările s-au efectuat cu 6 bucăți pentru fiecare valoare a ovalității inițiale.

Rezultatele obținute sînt reprezentate în figura 64.

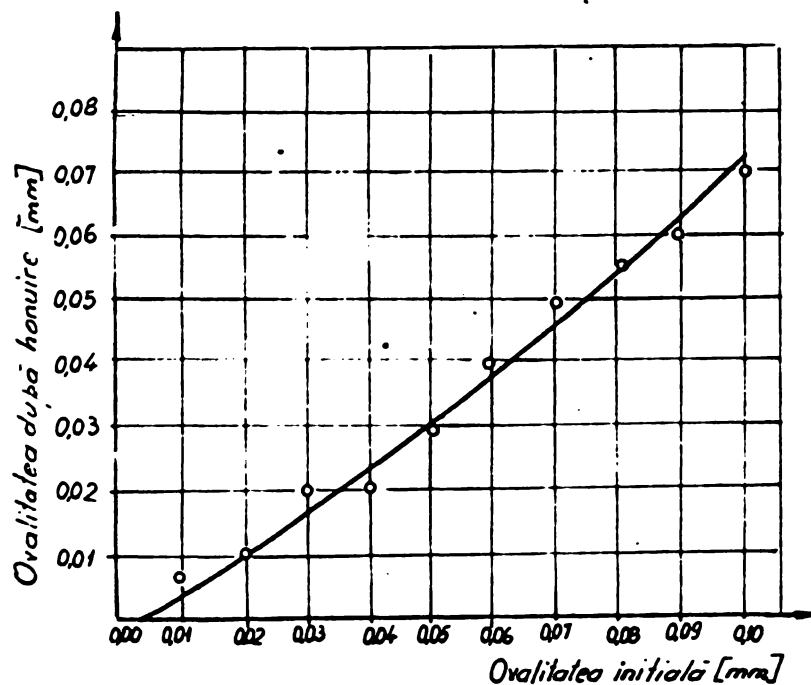


Fig.64 - Dependența ovalității cămășilor honuite în funcție de valoarea ovalității inițiale (după alezare)

Din rezultatele obținute se desprind următoarele concluzii:

1. Pentru obținerea ovalității maxime admise a cămășilor de cilindru egală cu 0,03 mm, după honuire, este necesar ca ovalitatea inițială maximă a pieselor să fie de 0,05 mm.

2. Cu cât ovalitatea inițială este mai mică, cu atât ovalitatea obținută după honuire este mai mică.

3. Dacă ovalitatea inițială a pieselor este cuprinsă între 0,01 ... 0,05 mm, starea capacității de corectare a obsterii de formă circulară este mai bună și mai ușor de realizat, iar dacă valoarea ovalității inițiale a pieselor este mai mare decât 0,05 mm, capacitățile de corectare a formei circulare a câștilor este redusă simțitor.

4. În comparație cu corectarea obsterii formei cilindrice, procesul de corectare a obsterii formei circulare este de fapt mult mai dificil. Aceste două la unificarea recomandare importantă: pentru obținerea preciziei pieselor reconstruite, este nevoie să se caute toate posibilitățile pentru a se realiza o precizie cât mai mare a pieselor după prelucrarea preliminară (alezarea), în care trebuie acordată o atenție mărită asupra preciziei formei circulare.

CAPITOLUL VII

CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND

PRODUCTIVITĂȚII MUNCII LA PROCESUL DE HORNIRE

Productivitatea muncii în procesul de hornire este unul din factorii de bază care determină eficiența tehnologică și economică a acestei prelucrări.

Pentru a putea neglija influența comportării câștilor de cilindru reconstruite după operația preliminară (alezarea) asupra productivității muncii în cazul procesului de hornire, pentru corectare s-au ales piesele experimentate având concitate între limitele de 0,02 ... 0,06 mm, iar ovalitatea între limitele de 0,02 mm ... 0,05 mm.

Teste caștile experimentate s-au efectuat astfel:

Capul de hornire cu 6 segmente abrazivi care au dimensiunile $10 \times 10 \times 125$ mm;

lungimea de depășire a segmentelor abrazivi la capetele câștilor $l_0 = 30$ mm.

Lichidul de răcire este petrol lampant, cu debitul de 12 l/min distribuit uniform în timpul hornirii pe suprafața inte-

terioară a câmbiilor.

Materialul segmenților abrazivi este din carburi de siliciu cu liant ceramic, duritatea H.

Productivitatea muncii s-a determinat prin măsurarea diametrului alezajului înainte și după bonuire, calculându-se apoi grosimea straturilor de metal rădăcit pe unitatea de timp după relația :

$$G = \frac{\pi \cdot l_p (D_2 + D_1) \cdot \Delta D}{4 \cdot \tau} \quad \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{min}} \right] \quad (7.1)$$

unde :

$$\Delta D = D_2 - D_1$$

in care:

- l_p este lungimea piesei bonuite, in [mm];
- D_2 - diametrul alezajului după bonuire, in [mm];
- D_1 - diametrul inițial al alezajului, in [mm];
- τ - timpul de bonuire, in [min];

Productivitatea muncii la bonuire este influențată de o serie de factori cum sînt: timpul de lucru, viteza periferică și cea axială de dute-vino, presiunea specifică a segmenților abrazivi pe suprafața prelucrată, caracterizarea materialului obusiv, etc.

7.1. Influența presiunii specifice a segmenților abrazivi asupra productivității muncii la bonuire

Cercetările experimentale s-au realizat cu următorii parametri :

- Timpul de bonuire $\tau = 1$ min ;
- Viteza periferică $V_p = 65$ m/min ;
- Viteza axială de dute-vino $V_a = 13,5$ m/min ;
- Grosimea segmenților abrazivi 8 (150).

Experimentările s-au efectuat la 6 cîmbiși pentru o valoare respectivă a presiunii specifice.

In figura 65 s-a ridicat diagrame obținute din rezultatele cercetărilor de mai sus de unde se observă că, cu mărirea presiunii specifice duse la creșterea productivității muncii, aceasta se desfășoară intens și direct proporțional cu presiunea specifică în prima perioadă ($p = 6 \dots 15$ daN/cm² ; după care ($p > 15$ daN/cm²) productivitatea muncii crește mai puțin intens.

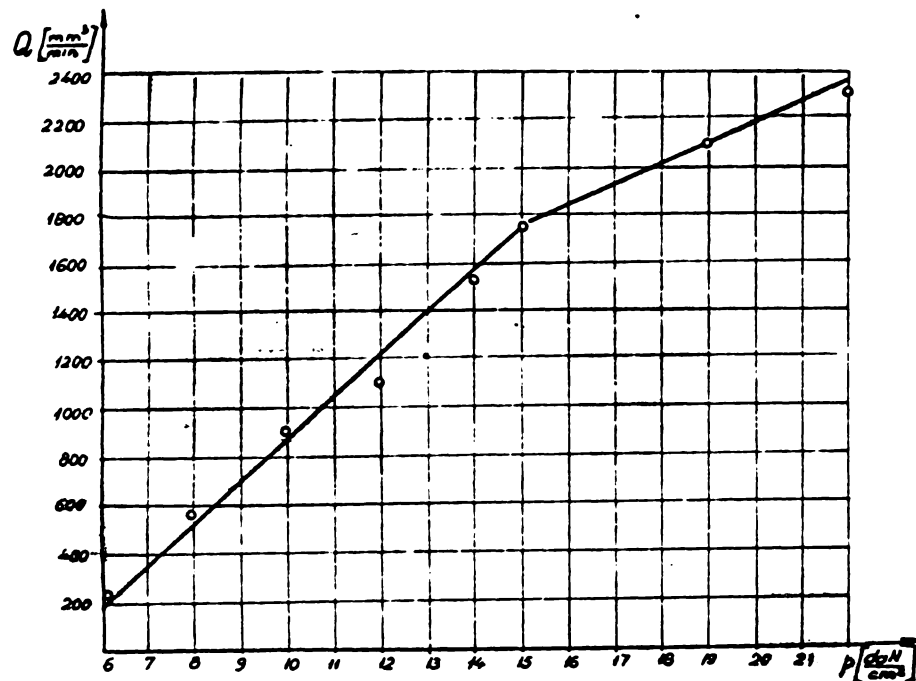


Fig. 65 - Dependința productivității muncii în funcție de presiunea specifică a segmentelor abrazivi

Acceasta se explică prin faptul că în prima perioadă ($p = 6 \dots 15 \text{ daN/cm}^2$), odată cu mărirea presiunii specifice, forța ce revine fiecărei granule abrazive crește astfel încât granulele pătrund mai adânc în material, are deci loc o mărire a secțiunii sphiilor desprinse de acesta și deci o creștere a intensității îndepărtării adaocului de prelucrare.

În figura 65 se prezintă schema de aşchiere a unei granule abrazive, considerată cu vîrfuri rotunjite cu raza „ ρ ”. Aceasta se observă chiar la granule care nu au lucrat. Prezența rotunjirii vîrfurilor face ca granulele să fie mai rezistente. Fără această rotunjire, granulele s-ar fi rupt ușor pentru că se pătrund de în adânc cu o viteză apropiată de cea. În timpul aşchierii, raza de rotunjire se mărește. Mărimea „ ρ ” influențează mult asupra procesului de desprindere a sphiilor de către granulele abrazive. Să presupunem că granulele se pătrund în metal cu adîncimea „ t_s ”, atunci unghiul de deșajare, corespunzător punctului „ a ” va fi negativ „ γ_s ” iar unghiul de aşchiere „ δ_s ” va fi apropiat de valoarea de 130° . În esență, în acest caz nu se va produce aşchierii ci otrivirea suprafeței metalului de prelucrat. În acest caz va fi necesară o forță mai mare „ F_y ” care să proceseze granulele

pe suprafața de prelucrat.

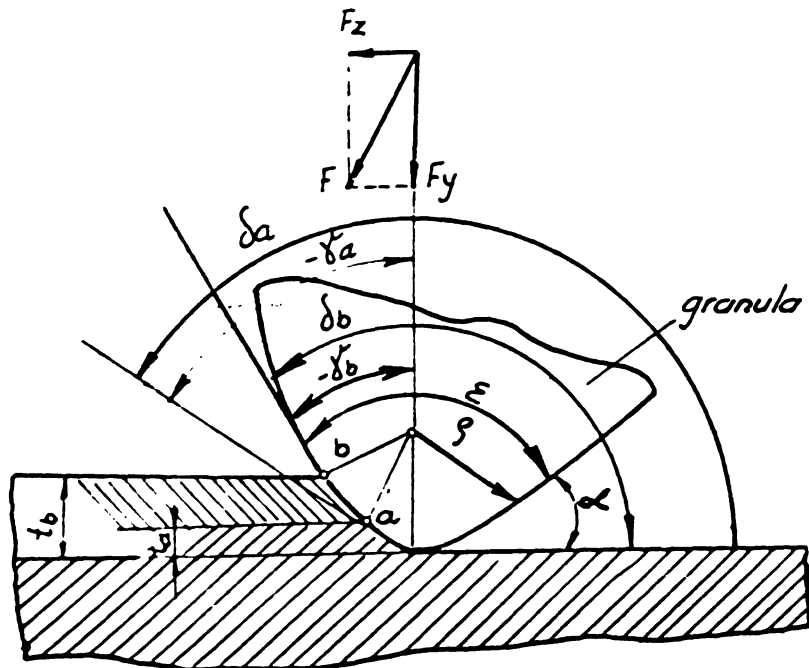


Fig.66 - Schema de aşchieră

Deci aşchieres se va face în aceeași condiții, înălți cu sfincina „ t_b ”, atunci procesul de desprindere a metalului de pe suprafața de prelucrat va fi ușurat. Să examinăm aşchieres în punctul „b”. Unghiul de degajare „ γ_b ” este negativ, însă mult mai mic ca valoare absolută decât unghiul „ γ_s ”. De asemenea unghiul de aşchieră „ δ_b ” se va micșora. Dacă sfincina de p'fundare va fi mai mare decât raza de rotunjire a vârfului granulei, atunci unghiul de aşchieres va fi minim.

Se desprinde concluzia că cu cât este mai mare componenta „ F_y ” cu atât capacitatea de aşchieres a granulelor este mai intensă.

În plus, odată cu mărirea forței de aşchieres, granulele abrazive tocite se schimbă mai repede, autoaşchieres devine mai intensă și se urmare, pe granulele aşchierite precizia specifică crește și mai mult, creștând astfel productivitatea muncii.

Din justificarea de mai sus, rezultă concluzia utilă :

Cu cât granulazia segmentilor abrazivi este mai brută (deci mărirea granulelor abrazive este mai mare) cu atât precizia specifică de aşchieres trebuie să fie mai mare. Aceasta este absolut necesar pentru mărirea eficienței de aşchieres a segmentilor abrazivi respectivi, datorită că, cu cât granulele abrazive sînt mai mari cu atât raza de rotunjire „ ρ ” și unghiul de vîrf „ ϵ ” sînt

mai mari [253; 256; 265].

Din contră, în cazul prelucrării cu segmentii abrazivi cu granulăția mai fină (deci granulele abrazive sînt mai mici) trebuie redusă presiunea specifică pentru că în caz contrar se produce afărîmarea sau chiar spargerea segmentilor abrazivi. În acest caz are loc pierderea capacității de aşchiere a segmentilor abrazivi respectivi, iar consumul de abraziv va fi ridicat.

În a doua perioadă, productivitatea are o creștere puțin intensă. Aceasta se explică prin faptul că, datorită forței de epăsare „ F_y ” prea mare, virfurile granulelor abrazive se vor rupe ușor în timpul mișcării segmentului abraziv (fig.67). În consecință zona de rotunjire „ ρ_r ” va fi mult mai mare decât cea inițială „ ρ_i ” ($\rho_r > \rho_i$). Datorită acestui fapt, capacitatea de aşchiere a granulelor abrazive va fi mai redusă. În plus, la presiunea specifică mare, cu cât se mășcă valoarea ei cu atât lichidul de răcire care există între suprafața prelucrată a piesei și cea de lucru a segmentilor abrazivi este din ce în ce în cantitate mai redusă, aceasta face ca în acest caz capacitatea de evacuare a produselor aşchierii să fie din ce în ce mai scăzută. Suprafața piesei prelucrate și suprafațele segmentilor abrazivi sînt din ce în ce mai umedate, ceea ce duce la reducerea capacității de aşchiere de către segmentii abrazivi, aceasta ducînd sigur la influențe negative asupra măririi productivității muncii.

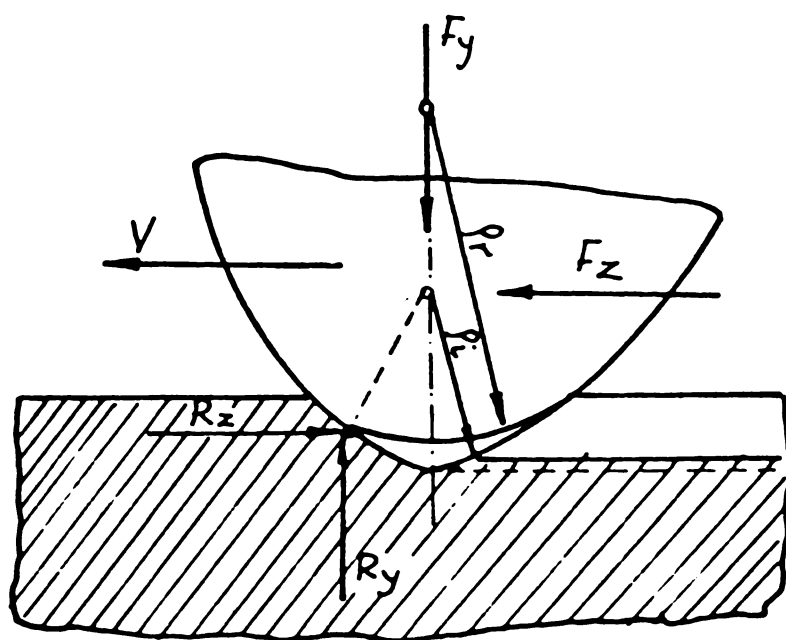


Fig.67 - Rupea virfului granulei datorită forței de epăsare prea mare

Se remintește că la orice fel de prelucrare cu corpuri abrazive, cu cât suprafața piesei șablon și cea de lucru a corpurilor abrazive este mai usdără, cu atât capacitatea de șchimbare a scuzilor este mai redusă, în consecință, productivitatea muncii este mai mică.

Trebuie menționat că, precizie specifică nu se poate mări pînă la orice valoare, aceasta este limitată nu numai de rezistența granulelor abrazive și de elasticitatea lientului, dar și de rigiditatea sistemului tehnologic. Se subliniază că, la hornirea cilindrilor de cilindru, prelucrarea cu o precizie mai mare decît cea necesară provoacă deformarea pieselor prelucrate într-o măsură însemnată. Din acest motiv prelucrarea la acest regim nu este recomandată.

7.2. Influența duratei procesului de hornire „G” asupra productivității muncii

Experimentările s-au efectuat cu următorii parametri:

Viteza axială de deplasare	$V_a = 13,5$ m/min :
Viteza periferică	$V_p = 65$ m/min :
Precizie specifică a segmentelor abrazivi	$p = 15$ daN/cm ² :
Granulația segmentelor abrazivi	8 (150).

Experimentările s-au realizat cu 6 buci pentru fiecare interval de timp ales pentru experimentare.

Rezultatele obținute sînt prezentate în figura 68.

În figura 68, prin aluse diagrame se observă : În primul minut de prelucrare, productivitatea muncii se micșorează brusc cu durata de hornire, după aceea, dacă procesul prelucrării se desfășoară în continuare, productivitatea muncii se micșorează și ea în continuare, dar mai puțin intens și în măsură din ce în ce mai lent. Rezultatele experimentărilor de mai sus arată că, capacitatea de șchimbare a scuzilor în procesul de hornire se desfășoară foarte intens în primul minut, și scade mult spre sfîrșitul ciclului de prelucrare. Aceasta datorită faptului că, la începutul procesului de hornire cînd segmentul abraziv intră în contact cu suprafața șablonului a piesei, aria suprafeței de contact dintre scuză și piesă este mai mică, ceea ce face ca precizia specifică să crească (forța radială aplicată asupra segmentelor este constantă). Pe mî-

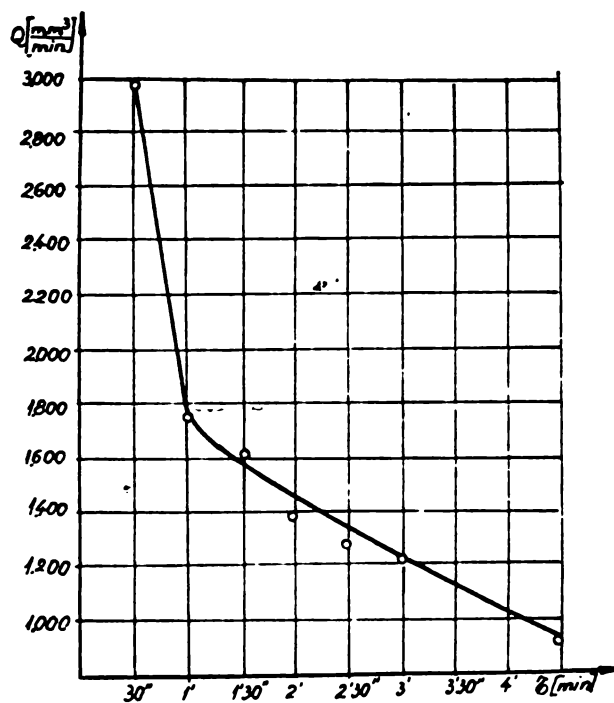


Fig. 68 - Dependence productivity of work on the number of strokes per minute (G)

due to the increase of specific pressure, as well as the increase of penetration in metal of abrasive granules, creating sections of micro-chips removed by the action of granules. As a result, granules will be more stressed by the forces of radial and tangential, which are all the more so as the work becomes more intense and the destruction of the abrasive granules, which leads to an increase in the degree of self-sharpening of granules and to the creation of conditions for a more intense micro-chipping. Micro-chippings from the surface of the piece will be removed more rapidly. On the other hand, after some time, after the passage through the workpiece of the chips, the workpiece will be more rounded, which leads to a local decrease of the contact area of the abrasive segments and the workpiece, which determines an increase of the specific pressure of contact and as a result, due to the first moment of the increase of the intensity of the micro-chipping.

As a result of the increase of the number of strokes per minute, the irregularities of the piece will be smoothed, the surface of the piece will become more rounded and, as a result, the area of contact between the abrasive segments and the piece will decrease, which leads to a decrease of the specific pressure. The rounding of the workpiece and the granules will be less pronounced, the sections of the micro-chips will be smaller, and the productivity of work in the process of grinding will decrease.

In figura 69 este ilustrată influența stării suprafeței semifabricatului asupra capacității aşchierii de către segmentii abrazivi.

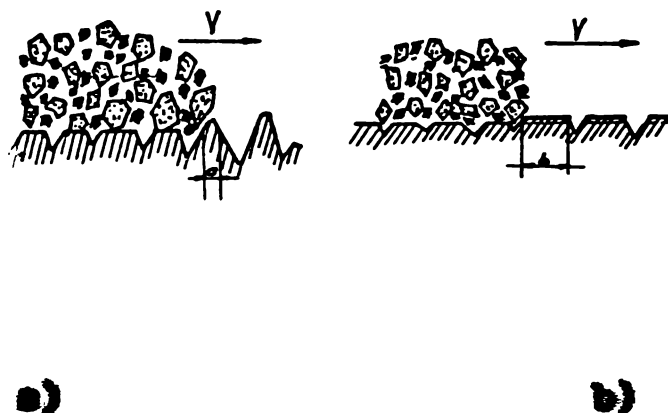


Fig.69 - Influența stării suprafeței semifabricatului asupra capacității aşchierii abrazive

a) la începutul prelucrării ; b) la sfârșitul prelucrării

Din rezultatele experimentărilor și prin analizele de mai sus se arată că, cu cât dureza cizăunii prelucrării se mărește cu atât devine mai puțin util. La hounirea de degroșare, timpul optim trebuie să stabilească valoarea unde intensitatea de corectare a abaterii formei câmbșilor se reduce simțitor. Mărirea timpului de hounire peste cel optim, duce la o creștere neînsemnată a capacității de aşchiere, în timp ce temperatura piesei crește în intensitate, ceea ce provoacă deformarea piesei prelucrate și defectuni ale stratului superficial ca arsuri, fisuri, etc. [25; 121; 124].

7.3. Influența vitezei periferice asupra productivității muncii în procesul hounirii

Experimentările s-au efectuat cu următorii parametri :

Viteza axială de auto-vino $V_a = 13,5$ m/min ;
Presiunea specifică $p = 15$ daN/cm² ;
Timpul de hounire $t = 1$ min ;
Granulația segmentilor abrazivi 8 (190).

La fiecare valoare „ V_p ” aleasă pentru experimentarea s-au hounit 6 câmbși de cilindru.

Viteza periferică „ V_p ” a capului de hounit se determină cu relația :

$$V_p = \frac{\pi \cdot d \cdot n_p}{1000} \quad [\text{m/min}] \quad (7.2)$$

în care:

d este diametrul aleanajului care se prelucurează, în mm ;
 n_p - frecvența de rotație a capului de hounit, în rot/min.
 Rezultatele experimentărilor sînt reprezentate în Fig.70.

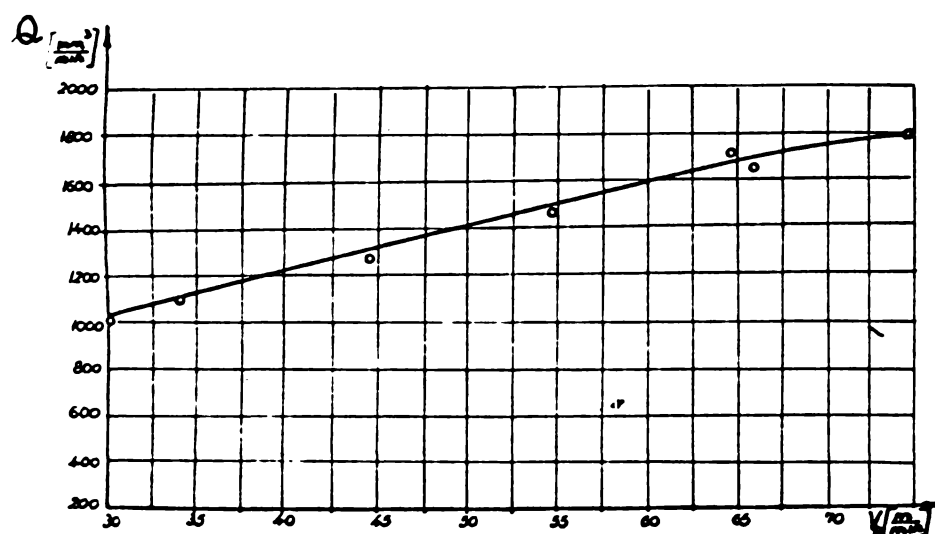


Fig.70 - Influența vitezei periferice asupra productivității muncii în procesul hounirii

Rezultatele experimentărilor arată că mărirea vitezei periferice duce la creșterea productivității muncii, ce urmează a faptului că datorită mării vitezei periferice, crește frecvența de contact a segmentilor abrazivi cu suprafața semifabricatului.

Experimentările efectuate de autor demonstrează că productivitatea muncii în procesul de hounire crește prin mărirea vitezei periferice, aceasta însă este limitată. La hounirea de la 65, dacă mărirea vitezei de rotație $V_p > 65$ [m/min] cîldura degajată în procesul aşchierii este foarte ridicată, aceasta face ca forma piesei prelucrate să se deformeze într-o măsură însemnată [25]. Pe de altă parte provoacă distrugerea suprafeței materialului semifabricatului, în consecință, se ajunge la reducerea durabilității în funcționare a pieselor respective.

7.4. Influența vitezei axiale de auto-vino asupra productivității muncii în procesul honerii.

Pentru a cerceta influența vitezei axiale de auto-vino asupra productivității muncii în procesul honerii, s-au efectuat numeroase experimentări cu următorii parametri:

Viteza periferică	$v_p = 65$ m/min ;
Presiunea specifică	$p = 15$ daN/cm ² ;
Timpul de honerie	$\tau = 1$ min ;
Granulozitatea segmentelor abrazivi	8 (150)

La fiecare valoare a vitezei axiale alese pentru experimentare s-au hontit 6 cănași de cilindru. Viteza axială se calculează după relația :

$$v_a = \frac{2 l_a n}{1000} = \frac{2 (l_0 + 2 l_p - l_b)}{1000} n_0 \quad [\text{m/min}] \quad (7.5)$$

unde:

- v_a este viteza deplasării axiale în m/min ;
- l_0 - lungimea cursei noulei de honerie [mm] ;
- l_p - lungimea alezajului de prelucrat [mm] ;
- l_b - lungimea de depășire a segmentelor abrazivi la capetele alezajului în mm ;
- l_0 - lungimea segmentelor abrazivi, în mm ;
- n_0 - numărul curselor duble pe minut .

Rezultatele experimentărilor sînt prezentate în figura 71.

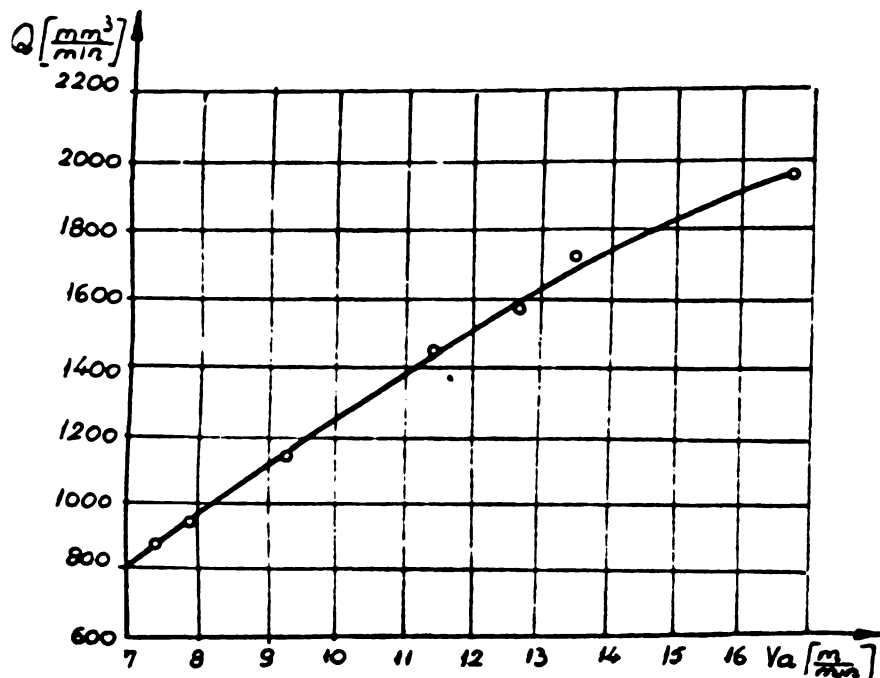


Fig.71 - Influența vitezei axiale de auto-vino asupra productivității muncii în procesul de honerie

Experimentările efectuate arată că productivitatea muncii în procesul de hounire crește odată cu mărirea vitezei axiale de dute-vino.

Trebuie să menționăm că în comparație cu viteza periferică, productivitatea muncii crește mult mai intens în condițiile vitezei axiale de dute-vino (fig.70 și 71).

Creșterea productivității odată cu creșterea vitezei axiale de dute-vino se explică în primul rând prin mărirea numărului de treceri a segmentilor abrazivi pe suprafața piesei, iar în al doilea rând prin mărirea frecvenței de schimbare a sensului de deplasare a sculei abrazive ceea ce asigură o mai bună subsecuțiere și totodată mărirea capacității de șchișare [119].

Creșterea productivității muncii în procesul de hounire prin mărirea vitezei axiale de dute-vino este însă limitată, în primul rând de posibilitățile constructive ale mașinilor de hounit care obișnuieț peșnit o viteză axială de dute-vino de 15 ... 20 m/min [4, 119], iar în al doilea rând de apariția zăburilor datorită mării frecvenței de schimbare a sensului mișcării sculei de hounit.

7.5. Influența granulatiei segmentilor abrazivi asupra productivității muncii în procesul hounirii

Unul din elementele care fac ca două corpuri abrazive să difere între ele este mărirea granulor care compun acel corp. Acest element influențează într-o măsură însemnată multe aspecte ale lucrului cu aceste scule mai ales din punct de vedere al capacității de șchișare.

Până în prezent, numeroase cercetări ale specialiștilor de specialitate au ajuns la concluzia că la hounire, cu cât granulatia segmentilor abrazivi este mai bună, cu atât productivitatea muncii este mai mare [8, 24, 25, 251]. Înăi nu se arată legile acestei funcții.

Prin granulatie se înțelege conținutul în granule de diferite mărimi, exprimat în procent de greutate (compoziție granulometrică).

Granulațiile de materiale abrazive se împart după dimensiuni în trei grupe (STAS 1753-60) :

- granule 250 ... 100 microni ;
- pulberi 160 ... 40 microni ;
- micropulberi 40... 3 microni .

Fiecare grupă se caracterizează prin compoziția granulometrică (în %), după cinci fracțiuni : fracțiunea limită, fracțiunea mare, fracțiunea principală, fracțiunea complexă, fracțiunea mică.

Fracțiunea principală este aceea care dă notarea granulometrică: granule cu granulatie 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16 ; pulberi cu granulatie 12, 10, 8, 6, 5, 4 ; micropulberi (cu litere H) H 40, H 28, H 20, H 14, H 10, H 7, H 5. Notarea granulometrică pentru granule și pulberi reprezintă, în sistemul metric, numărul de 0,01 mm pe care îl au dimensiunile granulelor sau pulberilor (respectiv mărimea deschiderii libere a ochiului sitei, în microni, care rețin granulele sau pulberile), iar în sistemul țolii notarea granulometrică se face prin numărul de ochiuri pe țol linear al sitei care reține granulele sau pulberile. Notarea granulometrică micropulberilor se face considerând dimensiunea maximă a micropulberii în microni.

În tabelul 14 se arată caracteristicile dimensionale ale granulelor.

Tabelul 14

Caracteristici dimensionale ale granulelor
(conform STAS 1753-60)

Nr. de granulatie după sistemul metric		Dimensiunile granulelor în microni	Trasa prin site cu mărime deschiderii libere a ochiului, în microni	
0	1		3	4
200	10	2500 - 2000	2500	2000
160	12	2000 - 1600	2000	1600
125	16	1600 - 1250	1600	1250
100	20	1250 - 1000	1250	1000
80	24	1000 - 800	1000	800
63	30	800 - 630	800	630
50	36	630 - 500	630	500
40	46	500 - 400	500	400
32	54	400 - 315	400	315
25	60	315 - 250	315	250

Tabela 14 continuata

G	1	2	3	4
20	70	250 - 200	250	200
16	80	200 - 160	200	160
12	100	160 - 125	160	125
10	120	125 - 100	125	100
8	150	100 - 80	100	80
6	180	80 - 63	80	63
5	230	63 - 50	63	50
4	280	50 - 40	50	40
III 40	320	40 - 28	-	-
III 28	400	28 - 20	-	-
III 20	500	20 - 14	-	-
III 14	600	14 - 10	-	-
III 10	700	10 - 7	-	-
III 7	800	7 - 5	-	-
III 5	900	5 - 3	-	-

In lucrarea [120] se recomandă ca productivitatea muncii în funcție de granulatia segmenților abrazivi să se calculeze după relația :

$$\eta = C_{gs} \cdot \epsilon_0^{0,32} \left(\frac{g_0^3}{\sigma^2 h} \right) \quad (7A)$$

unde:

η este productivitatea muncii ($\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$) ;

C_{gs} - coeficient care depinde de condițiile concrete în care se desfășoară procesul de hărțuire ;

g_0 - număr de granulatie în sistemul metric.

Relația de mai sus este aplicată în cazul segmenților abrazivi cu liant bachelitic.

Cercetările influenței granulatiei segmenților abrazivi asupra productivității muncii este considerată ca o problemă actuală a producției.

Pentru a obține rezultate cât mai precise posibile, autorul a efectuat numeroase experimentări cu segmenți abrazivi din caștore de siliciu cu liant ceramic având granulatie diferite.

Experimentările s-au realizat cu 10 buc. și pentru fiecare granulatie a segmentilor.

Parametrii experimentărilor sînt următorii :

Viteza axială de dublu-viteza $V_a = 13,5$ m/min ;
 Viteza periferică $V_p = 65$ m/min ;
 Presiunea specifică a segmentilor abrazivi $p = 13$ daN/cm² ;
 Timpul de lucru $\tau = 1$ min .

Rezultatele experimentărilor sînt prezentate în figura 72.

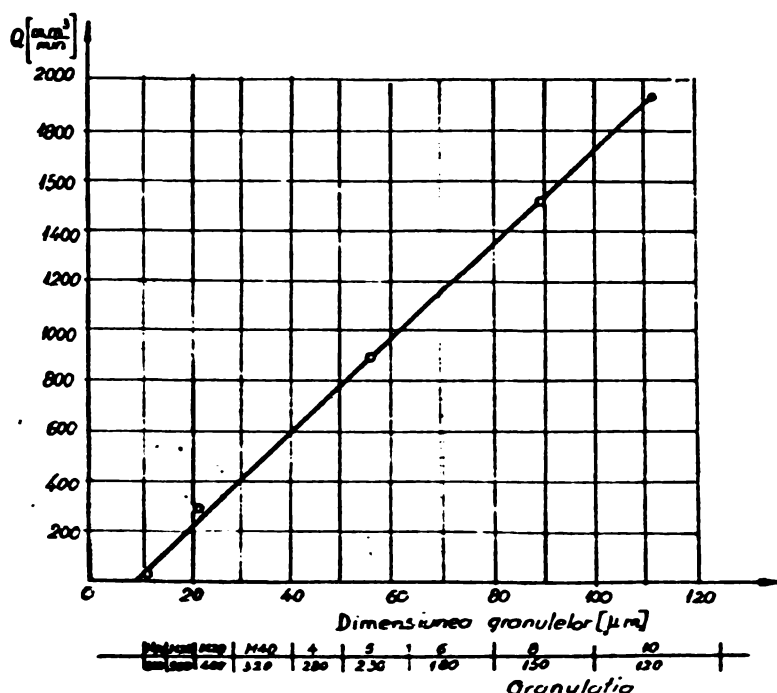


Fig.72 - Influența granulatiei abrazive asupra productivității muncii în procesul de lucru

În figura 72, pe abscisă se prezintă dimensiunea granulelor segmentilor respectivi.

Se știe că, pentru fiecare granulatie, dimensiunea granulelor există într-o limită stabilită (tabelul 14). Cercetările recente au scos la iveală că distribuția dimensiunilor granulelor prezentate în aceeași granulatie respectă legea de distribuție a lui Gauss, în care granulele care au dimensiunea medie se găsesc în proporție majoritară [113; 255] de aceea se poate considera că, granulele cu dimensiunea medie este elementul reprezentativ ce caracterizează segmentii abrazivi respectivi. Pe

baze argumentărilor de mai sus s-a reprezentat diagrama productivității în funcție de dimensiunea medie a granulelor segmentelor abrazivi.

Rezultatele experimentărilor arată că productivitatea muncii este direct proporțională cu mărimea granulelor segmentelor abrazivi folosiți. Prelucrarea matematică a rezultatelor experimentărilor se rezolvă cu relația următoare :

$$Q = a \delta + b, \quad [m^3/min] \quad (7.5)$$

unde:

Q este productivitatea muncii $[m^3/min]$;

δ - dimensiunea medie a granulelor segmentelor respectiv;

a, b - coeficienți constanți care depind de condițiile concrete în care se desfășoară procesul de lucru. Valoarea lui „b” este negativă, ceea ce arată că la prelucrarea cu segmente abrazivi prea fini, productivitatea muncii este neglijată.

În cazul de față, s-a găsit valoarea $a = 18$ și $b = -100$.

Din rezultatele experimentărilor autorului rezultă că, procesul de aşchiere este încet, adică productivitatea muncii este neglijată când se prelucrasează cu segmente cu granulatie : H 20, H 14, H 10, H 7, H 5 (600, 700, 800, 900, 1000).

Cu mărirea dimensiunilor granulelor abrazive crește și productivitatea muncii, ceea ce datorită faptului că cu cât este mai mare dimensiunea granulei, cu atât este mai mare eficiența de pătrundere în materialul semifabricatului. Creșterea dimensiunii granulei duce la mărirea ratei de acțiune a granulei „ ρ ”, $[5, 255]$ și adică cu aceeași și mărirea rezistenței granulei, ceea ce permite o pătrundere mai adâncă în material. Granulele de dimensiuni mai mici fiind mai puțin rezistente, se împrăstiează mai intens, umplându-se din liant, ceea ce duce la scăderea productivității.

Numărul de granule ce revin pe unitatea de suprafață a sculei abrazive cit și numărul de granule active se micșorează odată cu mărirea dimensiunii granulei $[5]$. De aceea forța care acționează în acest caz asupra fiecărei granule, crește în condițiile menționate dezechilibrate a forței totale de oprire a segmentelor abrazivi pe suprafața ce se prelucrasează, granulele abra-

sive pătund mai adinc în material, se mărește eroțiunea aghiilor detașate și împreună cu aceasta crește intensitatea îndepărtării suprafeței de prelucrare. În condițiile folosirii oculelor cu granulăția mai fină, numărul de granule active este mai mare și corespunzător adâncimea de achiere este mai mică. Micșorarea adâncimii de achiere este condiționată în cazul de față numai de micșorarea ^{incălcării} de revine electricei granule. Porțiunile granulelor, care ies din liant și în consecință și posibilitatea lor de pătrundere în metal este mai mare în cazul granulățiilor brute.

Este necesar de menționat că cercetările oculelor de știință au ajuns la următoarele concluzii valoroase : La hounire, cu cât dimensiunile granulelor abrazive sînt mai mari, cu atât capacitatea de achiere este mai intensă, însă procesul se desfișeard numai pînă la o anumită limită; dacă se mărește dimensiunea granulelor abrazive, intensitatea de achiere a segmentilor abrazivi se desfișeard ceva mai scăzut [232] totodată uzura specifică - că crește [225] . Granulăția segmentilor abrazivi care corespund de la ceaștă limită este $g_0 = 8 (150)$ [232]. Prelucrarea cu segmentii abrazivi cu granulăția care corespunde limitei de mai sus este cel mai eficient din punct de vedere economic.

Diagrama din figura 72 se poate folosi în mod dectul de precis, aceasta pentru că se confirmă cercetările teoretice cu rezultatele obținute prin experimentările efectuate la un număr ridicat de piese.

CAPITOLUL VIII

DREPTĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND MĂSURA RUGOSITĂȚII SUPRAFEȚEI FINISATE PRIN BORNIRE

Se știe că, la toate piesele, după prelucrarea mecanică, pe suprafețe lor există o sarcină vizibilă a rugozității. Rugositatea este unul dintre cei mai importanți factori care determină calitatea stratului superficial al pieselor, influențând în mod hotărâtor comportarea și durabilitatea organelor de mașini. Un interes deosebit prezintă influența rugozității suprafețelor care în timpul funcționării realizează un contact activ, adică au o deplasare relativă una față de alta.

Influența rugozității asupra comportării organelor de mașini trebuie examinată sub următoarele aspecte: rezistența la uzură a suprafețelor în contact, rezistența la coroziune, rezistența la oboseală a materialului pieselor în mișcare și sub sarcină și menținerea pe o perioadă cât mai mare a ajustajului preciziei pentru o anumită fabricare.

Numeroasele cercetări experimentale efectuate până în prezent arată că în fabricări, contactul dintre suprafețele pieselor prezintă nu are loc pe toată lungimea nominală și teoretică de contact L (fig. 75) impusă prin condițiile tehnice respective, ci numai pe anumite zone determinate de virfurile asperităților (fig. 76). Din această cauză suprafața efectivă de contact este mai mică decât suprafața nominală, fapt de care trebuie să se țină seama la calculul preciziei specifice și al rezistenței la uzură.

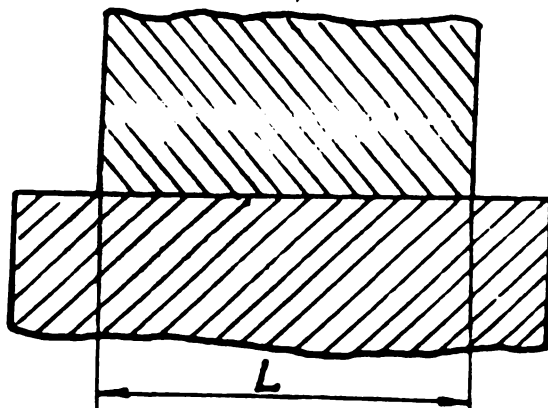


Fig. 75 - Lungimea teoretică de contact în cazul unei aschilări

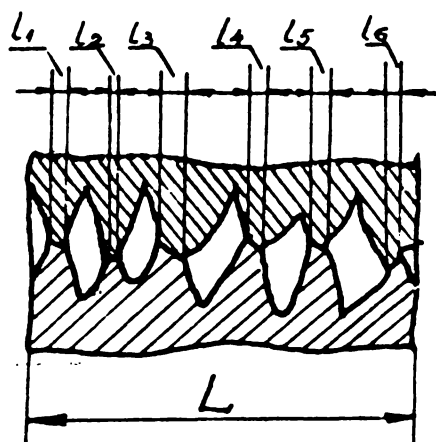


Fig.74 - Suprafața portantă a microreliefului

Diferența dintre suprafața nominală și suprafața efectivă de contact se poate exprima prin coeficientul de portanță „K” egal cu raportul dintre suma proiecțiilor $l_1, l_2 \dots l_n$ ale lungimilor porțiunilor de contact pe o axă paralelă cu linia care reprezintă suprafața teoretică și lungimea nominală de contact L (fig.74) adică :

$$K = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{L} \quad (8.1)$$

Rezultatele cercetărilor experimentale arată că la suprafețele prelucrate prin metodele obișnuite, ca strunjire, găurire, frezare, așchiere etc. coeficientul de portanță este cuprins între 0,15 ... 0,25 ; la suprafețele rectificatăe fin nu depășește valoarea 0,50 iar la suprafețele prelucrate prin bonuire poate ajunge la 0,90 ... 0,97 [46, 65].

Deci se ține seama și de abaterile de formă geometrice ale suprafețelor, valoarea coeficientului de portanță scade uneori și mai mult. Acest fapt duce la creșterea excesivă a presiunilor specifice, provocând depășirea tensiunilor admisibile, apariția deformațiilor plastice și distrugerea asperităților (particulele de metal rezultate vor lucra ca abraziv) și în ultimă instanță uzura intensivă a pieselor. Conform curbei experimentale reprezentată în figura 75.

Mărimea uzurii depinde în măsură însemnată de starea asperităților, iar aceasta este funcție de procesul de prelucrare și de regimurile de lucru. De obicei, asperitățile subțiri dau o mică suprafață efectivă de contact și se uzură mai repede decât

asperitățile groase. Acestea se întâmplă întotdeauna numai în perioade de uzură inițială, după care se observă de multe ori că rezistența la uzură a suprafețelor cu asperități subțiri crește în comparație cu rezistența suprafețelor care inițial au avut asperități groase (Fig.76). Pentru a explica acest fenomen se observă că în cazul suprafețelor cu asperități subțiri (deci mai multe pe unitatea de suprafață) pelicula de lubrifiant se întrerupe, intervenind frecarea uscată care mărește uzura. Frecarea uscată se localizează pe o porțiune destul de mică, uzura fiind limitată mult ca întindere și intensitate. În cazul suprafețelor cu asperități groase (mai puține asperități pe unitatea de suprafață) frecarea uscată se răspândește pe o zonă întinsă și rezistența la uzură este mai scăzută.

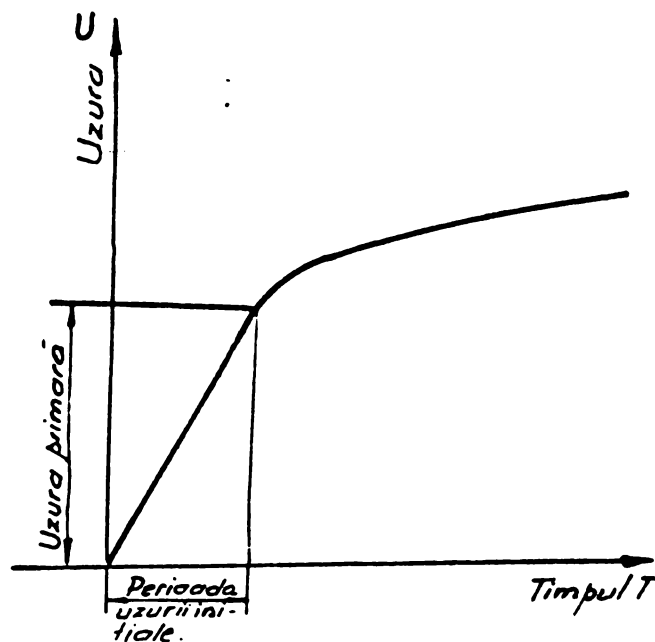


Fig.75 - Uzura în funcție de durata de lucru

Rezistența la coroziune a suprafețelor depinde într-o măsură însemnată de mărimea asperităților după prelucrările de finisare, asperitățile mai mari și mai ascuțite fiind mai întors cocodate. Coroziunea asperităților are în general același caracter ca și uzura obișnuită în sensul că în primele perioade de funcționare are loc o coroziune intensă, care apoi se stabilizează la valori mult mai reduse.

În ceea ce privește influența rugozității suprafețelor asupra rezistenței la oboseală a pieselor, fundurile asperităților constituite în general, concentrații de tensiuni cu atât mai mari cu cât asperitățile sînt mai înalte. Din această cauză, pe suprafețe rugoase a pieselor expuse la sarcini dinocine variabile pot apărea fisuri foarte înguste. Sub influența defectelor de structură, neomogenității materialului, incluziunilor etc, o acțiune de fisurări se întinde și se amplifică continuu și rapid, putînd duce la distrugerea piesei.

Din analizele de mai sus se poate în evidență că la prelucrarea cilindrilor de cilindru, piesele care lucrează în condițiile uzurii intensive, pentru mărirea durabilității lor se consideră rațional dacă, procesul prelucrării prin așchiere se realizează cu avansul foarte mic pentru obținerea asperităților subțiri, iar procesul de finisare se recomandă să se realizeze prin hărnire. Acesta conduce la reținerii asperităților rămase după procesul de așchiere ceea ce duce la mărirea durabilității pieselor respective față de uzură înconștină.

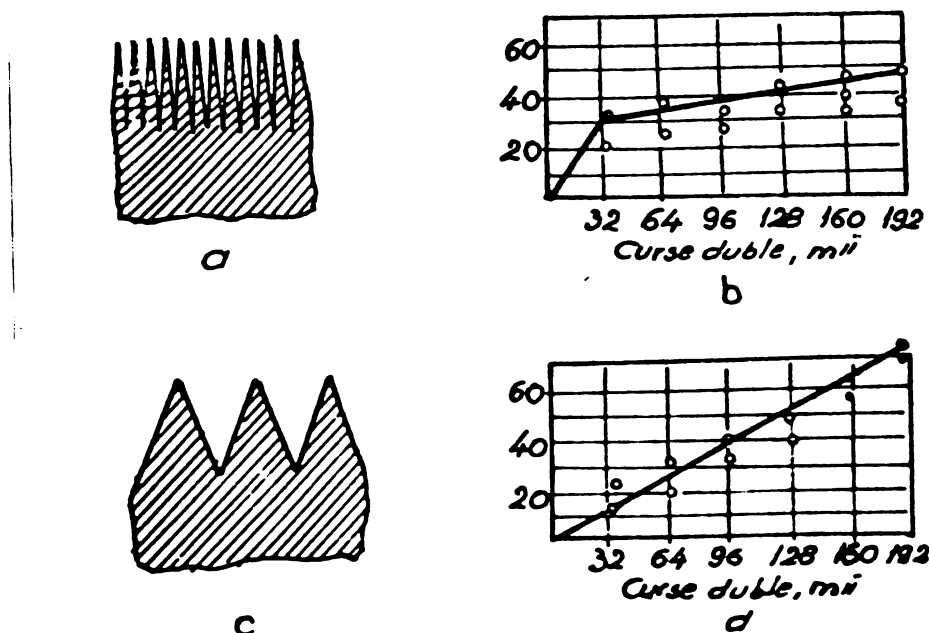


Fig.76 - Tipuri de rugozități și curbele caracteristice ale uzurii corepunzătoare tipurilor de rugozitate [65]
 a) asperități subțiri; b) curbe caracteristice a uzurii pentru asperități subțiri; c) asperități groase ;
 d) curbe caracteristice a uzurii pentru asperități groase

Evident că, piesele cu rugozitatea mai mare decât cea optimă duc la micșorarea durabilității lor, dar aceasta depinde de condițiile funcționării concrete existente. În întotdeauna cu cât necesitatea suprafeței prelucrate este mai ridicată, cu atât ea este mai utilă. Aceasta pentru că, în primul rând, prelucrarea pieselor la o necesitate mai superioară decât este necesar, duc la o complicare a procesului de producție, atât din punct de vedere al tehnologiei fabricației cât și al organizării producției. În consecință, costul de cost pentru prelucrarea pieselor respective se mărește, iar procesul de fabricare nu aduce în prim plan eficiența economică. În al doilea rând, din punct de vedere al durabilității se știe că, nu în orice caz cu cât necesitatea suprafeței de lucru este mai ridicată, timpul de funcționare al pieselor respective este mai lung. Aceasta în special în situația unde piesele conjugate lucrează sub presiune specifică mare, și în condiții de ungere insuficientă ce și grupul piston-cilindru, dacă se mărește necesitatea suprafeței cilindrului la o valoare mult mai mare decât este necesar, atunci capacitatea de reținere a uleiului de ungere pe suprafața cilindrului va fi mai redusă. În timpul funcționării motorului, sub presiune specifică mare a pistonului, care acționează intens pe suprafața de lucru a cilindrului și care provoacă scurgerea uleiului de ungere care există între suprafața de lucru a cilindrului și a pistonului, procesul se desfășoară cu atât mai intens cu cât necesitatea suprafeței de cilindru este mai mare decât valoarea optimă. În consecință se ajunge la o creștere intensă a uzurii pieselor în ansamblu respectiv mai ales a cămășilor de cilindru [15].

Faptă să se spună cu încredință că există o necesitate optimă a suprafeței pieselor în frecare, unde viteza de ungere a pieselor respective în mișcare este minimă.

Pentru cămășile de cilindru, s-a stabilit că, necesitatea optimă a suprafeței de lucru este de clasa a 9-0 [90; 70; 161; 166; 187; 236; 237] .

Pentru cercetarea rugozității suprafețelor prelucrate prin hănișe, teste experimentale s-au efectuat astfel :

- Cămăși de hănișe cu 6 segmente abrazivi, care au dimensiunile 10 x 10 x 125 mm ;

- Materialul segmentelor abrazivi este din carton de siliciu cu liant cremenit ;

- Lungimea de depășire a segmentelor abrazivi la capetele câștilor „1₀” = 30 mm.

Lichidul de răcire este petrol lampant, debitul de 12 l/min distribuit uniform în timpul de hounire pe suprafața interioară a câștilor.

Pentru măsurarea rugozității suprafeței prelucrate, s-a folosit rugosimetrul electronic (P.C-3). Capacitatea de măsură a aparatului este cuprinsă între limitele de clasă 5 ± 12.

Pentru evitarea erorilor măsurătorilor, piesele experimentate după hounire se spală pentru a fi perfect curate și se usucă foarte atent.

Piesele experimentate au rugozitatea inițială $R_a = 2 \pm 3 \mu m$.

8.1. Influența presiunii specifice a segmentelor abrazivi asupra rugozității suprafeței hounite

Pentru a cerceta cum influențează presiunea specifică a segmentelor abrazivi pe suprafața prelucrată asupra rugozității pieselor hounite s-au efectuat numeroase experimentări, atât pentru hounirea de degroșare cit și pentru cea finală.

Pentru a putea vedea în evidență concluziile generale necesare, totodată și pentru a putea compara influența dintre hounirea de degroșare și cea de finisare asupra rugozității pieselor hounite, experimentările s-au efectuat cu un număr de parametri comuni dintre case :

Viteza periferică	$V_D = 65$ m/min :
Viteza axială de dublu-viteza	$V_A = 13,5$ m/min :
Timpul de hounire	$T = 1$ min .

La hounirea de degroșare s-au folosit segmente abrazivi cu granulatie 8(150) iar la cea finală granulatie de H 28 (400).

Experimentările s-au efectuat la 6 bucdți pentru fiecare valoare a presiunii specifice respective.

În figurile 77 și 78 sînt indicate diagramele care reprezintă influența presiunii specifice a segmentelor abrazivi asupra rugozității suprafeței prelucrate prin hounire.

Literatura de specialitate precizează că rugozitatea suprafețelor hounite este proporțională cu presiunea specifică, astfel ca cit presiunea specifică este mai mare, cu atât rugozitatea suprafețelor hounite este mai ridicată [32; 296], înă

rezultatele cercetărilor autorului explicită altfel.

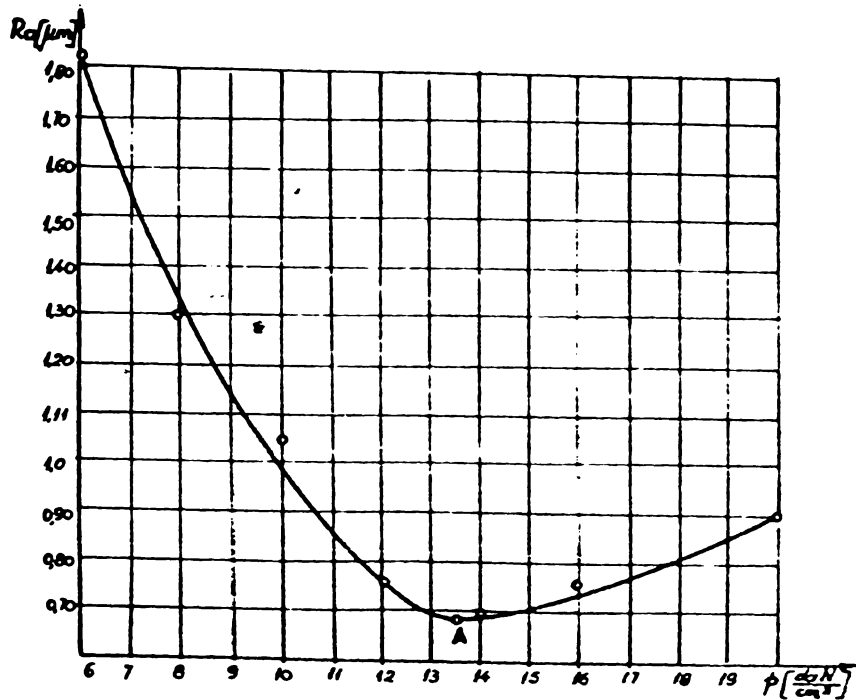


Fig.77 - Influența presiunii specifice a șerpușilor abrazivi asupra rugozității suprafeței prelucrate prin hănușire de degroșare

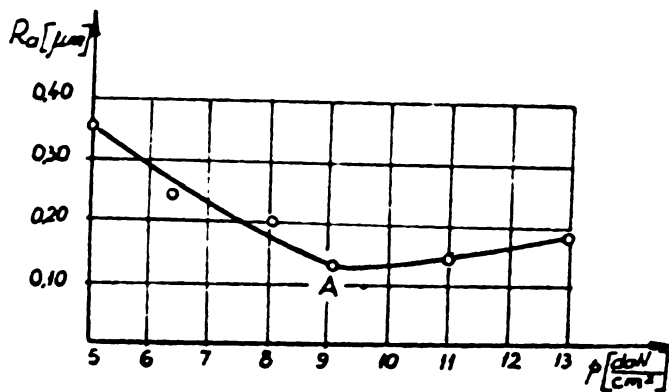


Fig.78 - Influența presiunii specifice a șerpușilor abrazivi asupra rugozității suprafeței prelucrate prin hănușire fină

Atât la hănușirea de degroșare cât și în cea de finisare se ajunge la următoarele concluzii:

1. Rugozitatea suprafeței hănușite este foarte mare în cazul în care presiunea specifică aplicată este mică ; cu cât se

mărește presiunea specifică cu stit necesitatea suprafeței lucrate se întărește. Aceasta se explică prin faptul că la presiunea specifică mică nu se va produce aşchieres, ci are loc alunecarea granulelor abrazive pe suprafața semifabricatului. Acestă alunecare este însoțită de deformarea plastică a metalului, care se desfășoară în jurul granulei abrazive [112]. Acest fenomen duce la reducerea capacității de reținere a asperităților, care cu rămân pe suprafața semifabricatului de la operația prelucrării precedente, de către granulele abrazive. Cu cât presiunea specifică este mai mare, cu stit capacitatea de aşchiere a granulelor este mai ridicată. Aceasta contribuie la creșterea capacității de reținere a asperităților mari, astfel necesitatea suprafeței lucrate se întărește.

Capacitatea suprafeței lucrate va ajunge la o valoare minimă corespunzător presiunii specifice optime.

2. Dacă se continuă mărirea presiunii specifice, atunci datorită forței de apăsare prea mari, granulele intră foarte adânc în metal, în consecință rugozitatea suprafeței lucrate se mărește. În plus, presiunea specifică mare provoacă intensitatea mărită a rii segmentelor abrazivi, și deci rezultă că granulele abrazive se găseau între suprafața prelucrată și segmentul în cauză mult prea mare, în timp ce capacitatea de apăsare a lichidului de răcire este din ce în ce mai slabă. Produsele aşchierii și particulele abrazive nu sînt evacuate de pe suprafața prelucrată, ceea ce duce la încălzirea necesară suprafeței lucrate.

În prima perioadă (la stînga punctului A (fig.77), la hărțuirea de degroșare, capacitatea de netezire a suprafeței prelucrate în funcție de presiunea specifică se desfășoară mult mai rapid decît în comparație cu hărțuirea finală (fig.78), aceasta pentru că la hărțuirea de degroșare, capacitatea de reținere a asperităților aşchierii este mult mai intensă decît aceea în cazul finisării.

Punctul de presiune specifică optimă, unde rugozitatea suprafeței prelucrate este minimă, în cazul degroșării este mai mare ($p = 13,5 \text{ daN/cm}^2$) decît în cel al finisării ($p = 9 \text{ daN/cm}^2$). Aceasta datorită faptului că la finisare se folosesc segmente abrazivi fini, de regulă, care se aşază foarte ușor în condiții de presiune specifică relativ mică. În consecință se ajunge la

inceperii învârtirii mtezinei suprafețelor piștelor prelucrate
mult mai devreme.

**8.2. Influența timpului de honuire asupra rugozității
suprafeței honuite**

Experimentările s-au efectuat cu următorii parametri :

Pentru honuirea de degroșare :

Viteză axială de dețevino $V_a = 13,5$ m/min :

Viteză periferică $V_p = 65$ m/min :

Presiune specifică a segmentelor
abrazivi $p = 15$ daN/cm² :

Granulozitatea segmentelor abrazivi 8 (150)

Pentru honuirea fină :

Viteză axială de dețevino $V_a = 13$ m/min :

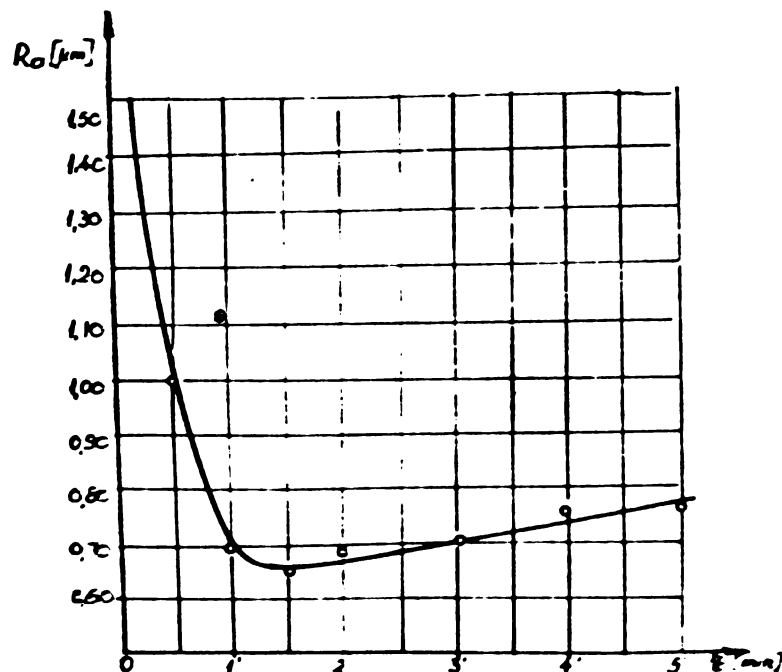
Viteză periferică $V_p = 77$ m/min :

Presiune specifică a segmentelor
abrazivi $p = 9$ daN/cm² :

Granulozitatea segmentelor abrazivi 1.28 (400).

Experimentările s-au efectuat cu 6 bușți pentru fiecare
interval de timp ales pentru experimentare.

În figurile 79 și 80 sînt ridicate diagramele obținute
din experimentările de mai sus.



**Fig. 79 - Influența timpului de prelucrare asupra
rugozității suprafeței prelucrate prin honuirea
de degroșare**

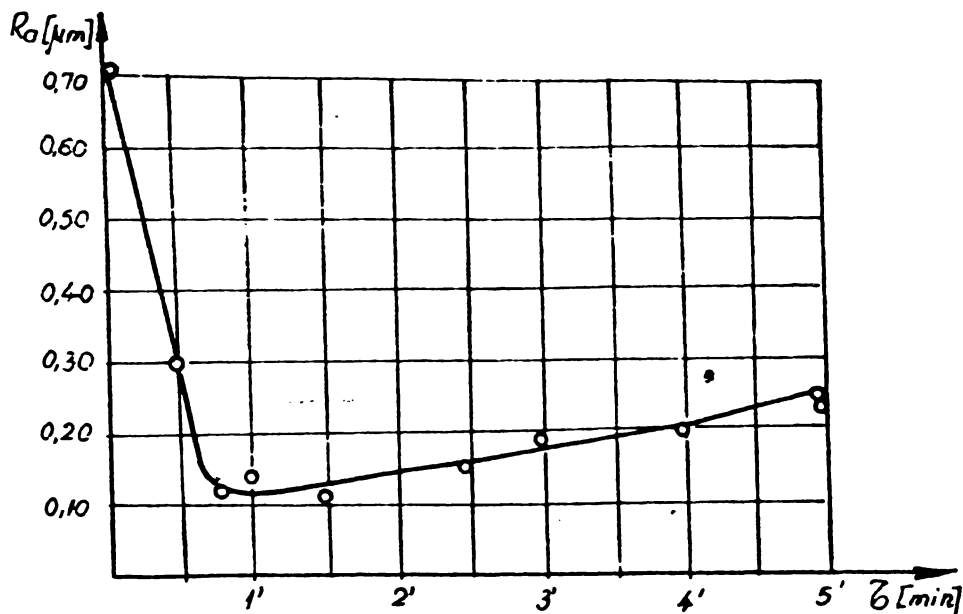


Fig. 30 - Influența timpului de prelucrare asupra rugozității suprafeței prelucrate prin hounirea finală

În cazul hounirii de degroșare cât și a hounirii finale în primul moment, rugozitatea suprafeței prelucrate se reduce brusc, după aceea reducerea rugozității suprafeței se continuă cu viteză mai lentă pînă la 1'30" pentru hounirea de degroșare și la 40" pentru hounirea finală. De la acest moment încă se continuă hounirea, netezimea suprafeței nu mai e de cea mai înaltă calitate, dar în măsură mică începe să se înrăutățească.

Reducerea rugozității în prima perioadă a hounirii este mare, deci reprezintă o capacitate de netezare intensă a asperităților aschierii. După prelucrarea anterioară, la hounirea de degroșare, asperitățile rămase pe suprafețe piezilor sînt mai mari decât la cea finală, de aceea timpul de netezare necesar este mai lung.

Din punct de vedere al măsurii netezimii suprafeței prelucrate, cercetările de mai sus arată că prelungirea timpului de hounire mai mult decît este necesar (1' ± 1'30" pentru la hounirea de degroșare și 40" ± 45" la hounirea finală) nu este util, pentru că procesul de reducere al rugozității este încet.

8.3. Influența vitezei axiale de cure-vire asupra rugozității suprafeței hounite

Pentru a cerceta această problemă s-au făcut experimentele cu următoarea parametrie:

Viteza periferică $V_D = 65$ m/min ;
 Timpul de hounise $\bar{t} = 1$ min.

La degroşare s-a hounit cu presiunea specifică $p=15$ daN/cm², iar segmentii abrazivi cu granulatia $\rho_g = 8$ (150). La finisare s-a hounit cu presiunea specifică $p = 9$ daN/cm², iar segmentii abrazivi cu granulatia $\rho_g = 17.28$ (400).

La fiecare valoare a vitezei alese pentru experimentare, s-au hounit 6 cilindri de cilindru.

In figurile 81 și 82 sînt reprezentate diagramele care s-au trasat după rezultatele obținute prin experimentări.

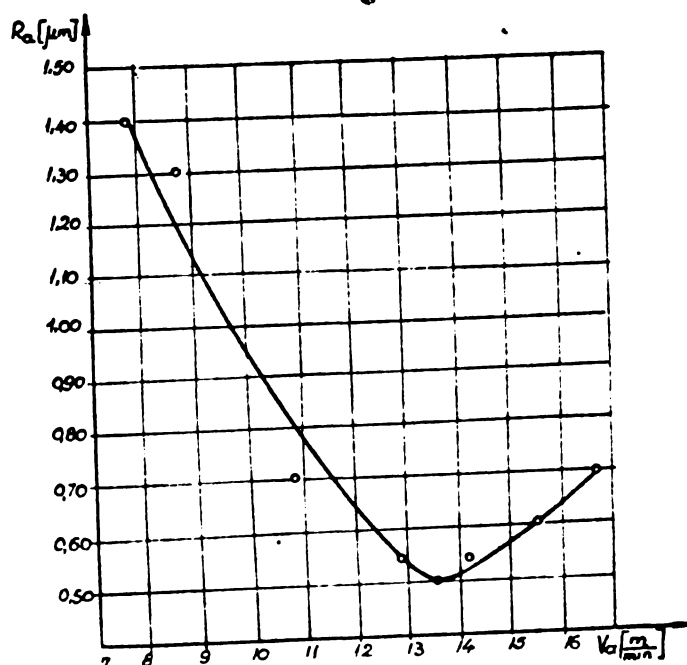


Fig.81 - Influența vitezei axiale de dote-vine asupra rugozității suprafeței prelucrate prin hounirea de degroşare

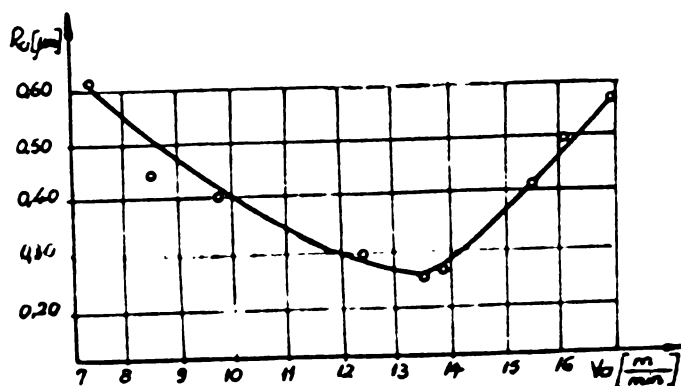


Fig.82 - Influența vitezei axiale de dote-vine asupra rugozității suprafeței prelucrate prin hounirea fină

Literatură de specialitate recomandă, pentru obținerea unei netezimi mai ridicată a suprafeței prelucrate, este necesar să se reducă viteza axială de dute-vino cîci dacă se mărește viteza axială de dute-vino, atunci netezimea suprafeței lucrute se înrăutățește [32 : 236].

Rezultatele cercetărilor experimentale ale autorului arată altfel. În diagramele prezentate se observă că, stît la degerase eît și la finisare variațiile rugozității suprafeței prelucrate în funcție de viteza axială de dute-vino au următoarele caracteristici :

1. La o viteză axială de dute-vino relativ mică ($V_g = 7 \div 9$ m/min) după lucrare, înălțimea asperităților care au rămas pe suprafața prelucrată este mare, aceasta datorită faptului că pentru orice fel de segmenti abrazivi, la o viteză de dute-vino relativ mică, capacitatea de autoacuzire este foarte redusă, segmentii se înfrîng foarte repede și suprafața prelucrată obținută are rugozitate sporită.

2. Prin mărirea vitezei axiale de dute-vino din ce în ce mai mult pînă la 13,5 m/min, rugozitatea suprafeței se micșorează continuu, aceasta se explică prin influența însumată a vitezei axiale de dute-vino asupra capacității autoacuzirii segmentilor abrazivi. Astfel cu cît viteza axială de dute-vino este mai mare, cu stît capacitatea autoacuzirii segmentilor abrazivi este mai puternică : aceasta contribuie la întărirea procesului netezirii asperităților rămase pe suprafața prelucrată după procesul prelucrării precedente, procesul face ca netezimea suprafeței prelucrate să se îmbunătățească continuu.

3. Fînă la o valoare stabilită a vitezei axiale de dute-vino (13,5 m/min) dacă se continuă mărirea vitezei, atunci rugozitatea suprafeței se mărește. La valori mai mari ale vitezei axiale de dute-vino ($V_g > 13,5$ m/min) mărirea rugozității se explică prin înrăutățirea condițiilor de apăsare și evacuare a aşchilor și a granulelor abrazive multie, care pătrund în metal, dau naștere la risuri scurte dar adînci. Pe de altă parte, prin mărirea vitezei axiale de dute-vino, adică mărirea numărului de curse făcute pe unitatea de timp, aceasta face și mărirea vibrației capului de lucru, cu cît vibrația capului de lucru este mai mare, cu stît rugozitatea suprafeței lucrute este mai ridicată [32].

3.4. Influența vitezei periferice asupra rugozității suprafeței bonuite

Pentru a putea face comparația influenței dintre viteza periferică și cea de întă-vine asupra rugozității suprafeței prelucrate prin bonuire, experimentările s-au repetat cu toți parametri și toate condițiile la fel ca și în cazul cercetărilor efectuate la influența vitezei axiale de întă-vine asupra rugozității. Viteza axială de întă-vine s-a ales la valoarea optimă, unde netezimea suprafeței bonuite este maximă ($V_g = 13,5$ m/min).

La fiecare valoare a vitezei alese pentru experimentare, s-au bonuit 6 cămăși de cilindru.

Rezultatele cercetărilor sînt reprezentate în figura 83 în cazul bonuirii de degroșare și în figura 84 în cazul bonuirii finale.

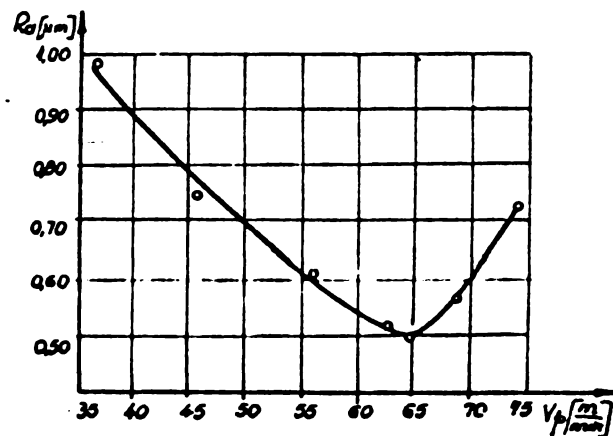


Fig. 83 - Influența vitezei periferice asupra rugozității suprafeței prelucrate prin bonuirea de degroșare

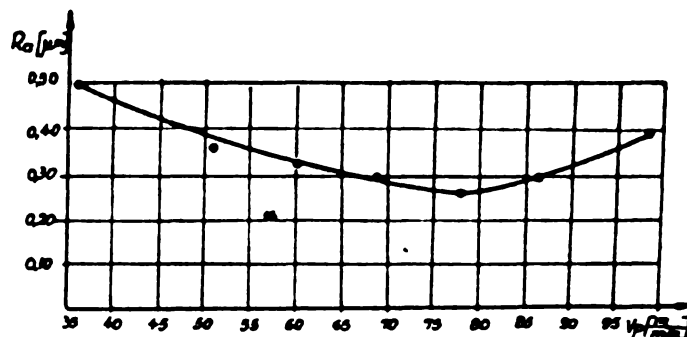


Fig. 84 - Influența vitezei periferice asupra rugozității suprafeței prelucrate prin bonuirea finală

Literatură de specialitate arată că la hounise, cu vîr-
rea vitezei periferice ducă la creșterea netezimii suprafeței pro-
lucate [75; 101; 295].

Caracterile autorului arată că recomandarea de mai sus nu
este justă.

Alina variației suprafeței hounise în cazul degroșării și
cel de finiere în funcție de viteză periferică are o formă ese-
nțială cu cea în cazul vitezei axiale de sub-vîno. O descriere
dintre ele este variația rugozității suprafeței hounise în cazul
variației vitezei periferice este mult mai mică în comparație cu
cazul vitezei axiale de sub-vîno, aceasta pentru că capacitățile re-
tezării suprafețelor care se răsăd pe suprafețe piesei în cazul
vitezei periferice este mult mai redusă decît în cazul vitezei
axiale de sub-vîno.

În prima perioadă, ca și în cazul vitezei periferice stăruie,
netezimii suprafeței hounise se întărește.

După cum se știe, datorită repartizării neomogene și neuni-
forme a granulelor abrazive în segmentii abrazivi, în prima rotație
a capului de hounise, numai o proporție mică a acestora și anume
cele care se găsesc pe suprafețe de lucru a segmentilor abrazivi
participă la șchimbare, rezultă că pe suprafețe piesei există zone
ne șchimbate de către segmentii abrazivi, deci rugozitatea suprafe-
ței hounise este mare.

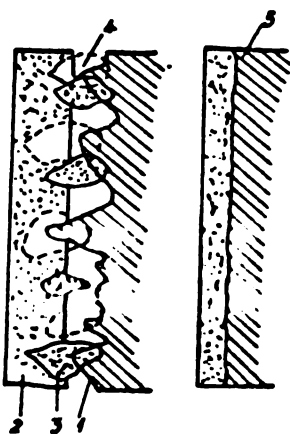


Fig. 85. : 1- Rugozitatea suprafeței înainte de hounise;
2- segmentul abraziv; 3- granule abrazive care parti-
cipă la șchimbare la prima rotație a capului de hon ire
(linia continuă); 4- granule abrazive care participă la
șchimbare la rotație următoare (linia întreruptă); 5- rugo-
zitatea suprafeței după hounise.

Cu mărirea vitezei periferice a cupului de hounise, numărul granulelor abrazive care participă la aşchieră va fi mai mare, în consecinţă calitatea suprafeţei hounise va fi mai netedă (fig. 85). Experimentările arată că, în întotdeauna creşterea vitezei periferice duce la creşterea netezimii suprafeţei hounise. Deşi în cazul vitezei axiale de auto-vino, prin variaţia vitezei periferice se poate găsi un punct optim unde cu valoarea vitezei respective, se obţine o netezime superioară a suprafeţei. După acest punct, dacă se măreşte viteza atunci se ajunge la înrăutăţirea suprafeţei prelucrate.

Se constată că, hounirea cu viteză periferică mare, poate face ruperea peliculei de lichid de răcire-ungere şi datorită acestui fapt particulele de material îndepărtate deşi cele de material abraziv se fixează atât pe stratul superficial al piesei hounise cât şi pe suprafaţa de lucru a segmentilor abrazivi. În consecinţă, netezimea suprafeţei prelucrate se înrăutăţeşte simţitor. În plus, trebuie să menţionăm că la stingeră unei anumite viteze, segmentii abrazivi încep să se fărâmiţeze, chiar că se rupă iar pe suprafaţa prelucrată apar risuri adânci.

Punctul unde cu o valoare a vitezei periferice respective se obţine netezimea maximă a suprafeţei, este diferit în cazul de degroşări faţă de cel al finisării.

În ambele cazuri, de degroşare şi de finisare, netezimea suprafeţei începe să se înrăutăţească la o viteză mult mai mică în cazul de degroşare decât în cazul finisării datorită faptului că în prime două cantitatea de aşchi rămase pe suprafaţa de lucru în urma prelucrării este mult mai mare, ştiind că acestea duc la înrăutăţirea netezimii suprafeţei.

8.5. Influenţa regulărilor segmentilor abrazivi asupra netezimii suprafeţei hounise

Pentru cercetarea acestei probleme s-au făcut experimentările cu următorii parametri :

Viteza axială de auto-vino	$V_a = 13,5$	m/min :
Viteza periferică	$V_p = 65$	m/min :
Presiunea specifică a segmentilor abrazivi :	$p = 11$	daN/cm ² :

Experimentările s-au realizat cu 6 bucăţi la acelaşi fel de granulăţie a segmentilor abrazivi.

Timpul de hounire : 1 min .

Pentru a putea scoate o imagine evidentă asupra dependenței rugozității suprafeței lucrate în funcție de granulatia segmentilor abrazivi, s-au ridicat diagrame reprezentată în fig. 96.

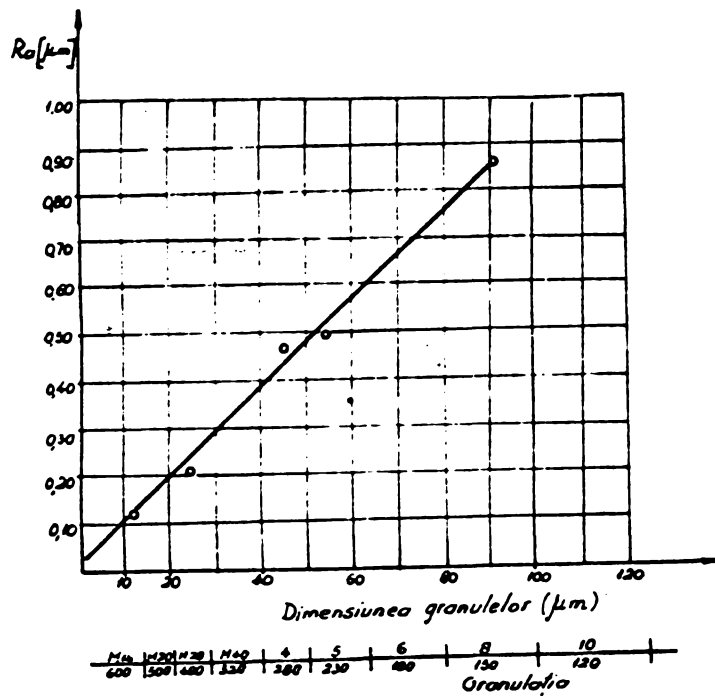


Fig. 96 - Influența granulției segmentilor abrazivi asupra rugozității suprafeței lucrate

Rezultatele cercetărilor arată că, rugozitatea suprafeței lucrate este direct proporțională cu mărimea granulelor segmentilor abrazivi, cu cât acestea sînt mai mari cu atât rugozitatea este mai ridicată.

Se știe că în canal aşchierii abrazive, fiecare granulă abrazivă participă la aşchiere, totuși în metal un canal corespunde cu dimensiunile și forma granulei. Sub aspect geometric înălțimea asperităților rezultate după fiecare prelucrare cu abrazive este direct legată de dimensiunile granulelor respective.

Pe de altă parte, la prelucrarea cu granulția mai brută, numărul granulelor abrazive care există în unitatea suprafeței de lucru a segmentilor abrazivi este mai mic în comparație cu canalul prelucrării cu granulția fină. Aceasta duce la creșterea forței care sevine pe fiecare granulă aşchietoare, astfel încît granulele pătrund mai adînc în material, ceea ce duce la creșterea rugozității suprafeței prelucrate prin lucrare.

Diagrama de mai sus nu numai că educe clarificarea asupra influenței granulației abrazive la rugozitatea suprafeței prelucrate, totodată mai are valoarea pentru a ajuta alegerea segmentelor abrazivi în funcție de rugozitatea necesară suprafeței bonitate.

Din cercetările efectuate rezultă că pentru obținerea netezimii suprafeței bonitate de clasă 9-a, este necesară prelucrarea cu segmente abrazivi cu granulația $\mathcal{G}_9 = \text{H } 40 \dots \text{H } 28 \text{ (320...400)}$.

Prelucrarea cu segmente abrazivi cu granulația mai mică decât H 28 (400) nu este necesară și nici utilă. Cu cât granulația este mai fină cu atât unora specifică a segmentelor abrazivi este mai mare [25; 225; 231], aceasta datorită faptului că punctele de liant sînt mai subțiri decât segmente abrazivi cu granulația grosolană și din această cauză granulele mai mici nu sînt fixate atât de solid în masa liantului încît se pot amesteca mai ușor. De asemenea la acești segmente densitatea medie a tăgurilor granulelor este mult mai mare, astfel că rezistența liantului raportată la o granulă este mai mică. Din analizele de mai sus, se consideră că prelucrarea finală cu segmente abrazivi cu granulația $\mathcal{G}_9 = \text{H } 28 \text{ (400)}$ este cea mai optimă.

3.6. Concluzii

1. Pentru prelucrarea de finisare a pieselor cu pereți subțiri și cu calitate superioară sînt din punct de vedere al preciziei de formă cit și al netezimii suprafeței prelucrate cum sînt cilindrii cilindrilor automate D-105 se recomandă folosirea procesului de bonitare. Aceasta prezintă avantaje mult mai mari în comparație cu alte procese. Prin bonitare se realizează o calitate superioară a pieselor prelucrate și o productivitate a muncii ridicată.

2. Deși procesul de bonitare prezintă multe avantaje, totuși rezultatele obținute - sînt calitatea pieselor prelucrate cit și productivitatea muncii - depind în mod hotărîtor de alegerea parametrilor tehnologici ai procesului respectiv. La alegerea parametrilor tehnologici optimi este necesar să se țină seama de condițiile concrete actuale de la caz la caz. La prelucrarea pieselor

cu pereți subțiri trebuie să se țină seama de necesitatea înălțării deforțurilor formelor pieselor prelucrate care apar în încuși procesul respectiv.

3. Valoarea parametrilor așchierii în procesul de hounire variază întotdeauna nu numai la un proces al prelucrării piesei respective, ci și la un ciclu de lucru (o cursă dublă). Aceasta prezintă o complicație a procesului de hounire și din această cauză în condițiile actuale este foarte greu să se obțină piesă cu calitatea superioară prescrisă de norme tehnice. În lucrarea de față prin studiu și cercetare s-au găsit legile variației parametrilor de așchiere principali ai procesului de hounire, și totodată s-a stabilit valorile optime corespunzătoare fiecărui parametru pentru prelucrarea cilindrilor de cilindru

4. Pentru realizarea ridicării productivității muncii și obținerea calității superioare a pieselor prelucrate prin hounire este absolut necesar ca prelucrarea să se efectueze cel puțin în două faze. La început, pentru alegerea parametrilor optimi necesari așchierii trebuie să se stabilească valoarea lor, care dau productivitatea muncii ridicată și capacitatea de corectare a abaterilor de la formă pieselor cât mai mare posibilă, iar la finalizare să se țină seama de realizarea netezimii superioare a suprafeței prelucrate.

5. Capacitatea de corectare a abaterii de la forme geometrice a pieselor prin hounire - stă în ovalitatea cit și concitația este limitată, de aceea trebuie să se caute toate posibilitățile pentru mărirea preciziei pieselor în procesul de alegere sau de reducere, pe cât posibil, a ovalității.

6. Valoarea de depășire a segmentelor abrazivi la capetele cilindrilor are o influență însemnată asupra capacității de corectare a abaterii formei piesei hounite. Cercetările experimentale confirmă existența posibilității de a găsi o anumită valoare „ i_g ” care face capacitatea de corectare a abaterii formei cilindrice ideală adică forma pieselor hounite va fi perfect cilindrică. Este interesant de observat că valoarea „ i_g ” care dă capacitatea de corectare a abaterii formei cilindrice maxime, totodată ea dă și capacitatea de corectare maximă a abaterii formei circulare. Alegerea unei valori „ i_g ” prea mari sau prea mici față de valoarea optimă ducă la abateri formei pieselor prelucrate într-o măsură însemnată.

tă sau chiar mai mare decât stăterea inițială.

7. Presiunea specifică exercitată de segmentii stresivi pe suprafața piesei prelucrate este considerată unul dintre parametrii cei mai importanți ai procesului de lucru. Această influențată într-o măsură esențială capacitatea corectării stăterii formei pieselor prelucrate cit și a productivității muncii și a rugozității suprafeței lucrărilor. Cercetările demonstrează că presiunea specifică nu este constantă întotdeauna, valoarea ei se modifică permanent chiar într-un ciclu de lucru [125] ceea ce provoacă complicitatea alegerii parametrilor de lucru. Dacă la deșeu se folosește o valoare a presiunii specifice optime, atunci se obține un nivel a productivității a muncii ridi- cată că totodată se obține o capacitate de corectare maximă a stăterii formei piesei și o rugozitate minimă a suprafeței lucrărilor. La finisare, valoarea presiunii specifice optime, pentru care se obține o rugozitate minimă este mult mai redusă decât la deșeu.

8. Legile variației productivității muncii și cele ale rugozității suprafeței lucrărilor (atit la deșeu cit și la finisare) în funcție de viteza periferică sînt asemenea ce și în cazul vitezei axiale de întărire. O caracteristică este că variația vitezei periferice influențată negativă productivității muncii și a rugozității suprafeței lucrărilor în cazul cit este mult mai redusă în comparație cu cea în cazul vitezei axiale de întărire. Atit la deșeu cit și la finisare pentru stabilirea vitezelor optime (pentru viteza axială de întărire ce și pentru viteza periferică) se aleg valorile vitezelor corespunzătoare rugozității minime a suprafeței prelucrate, cu restricțiile respective. La finisare, pentru obținerea unui nivel a productivității a suprafeței prelucrate, valoarea optimă a vitezei periferice este mult mai mare decât cea la deșeu, iar valoarea optimă a vitezei axiale de întărire în ambele cazuri este aproape egală.

9. Din punct de vedere al sculelor stresive, granulatia segmentilor stresivi este un parametru deosebit de important. De multe ori, s-a considerat că, aceasta influențată direct asupra productivității muncii și a rugozității suprafeței prelucrate. Cercetările experimentale efectuate de autor arată că, mări-

ace grupurilor segmentelor folosiți cu numai o influențasă asupra productivității muncii și a rugozității suprafeței lucrului în mod direct, dar influențasă într-o măsură considerabilă și asupra capacității de cercetare a stărilor formei pieselor lucrute.

În legătură cu problema de mai sus și din rezultatele experimentărilor realizate se desprind concluziile următoare: după lucrarea de degroșare, semifabricatele cu stătere de formă ridicată, atunci este necesară continuarea lucrării de finisare (înainte de lucrarea finală) fapt ce contribuie la mărirea preciziei pieselor prelucrate într-o măsură însemnată.

10. Pentru ridicarea eficienței tehnico-economice a procesului de lucrare, timpul de lucrare a fiecărei faze este limitat. Prelucrarea într-un timp mai mare decât cel optim nu se recomandă, pentru că atunci capacitatea de așchiere efectivă de segmentii abrazivi va fi foarte redusă, iar uzura specifică a segmentelor abrazivi este ridicată. În plus calitatea suprafeței prelucrate nu numai că nu se îmbunătățește dar se ajunge chiar la înrăutățirea ei, mai ales în cazul lucrării finale.

CONCLUZII GENERALE

1. La recondiționarea câmbșilor de cilindru, în condițiile reale din întreprindere, atât calitatea cât și productivitatea muncii este foarte redusă. Aceasta datorită faptului că piesele sînt foarte neuniforme, suprafața ștrelului de metal șchișot prin așezare este necomogen și are duritate mare, rigiditatea sistemului tehnologic este mică etc., iar la bonuire, piesele cu șbetaria mare de formă rezultate din procesele prelucrării americane și alegerea parametrilor de șchiere este necorespunzătoare.

2. Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale ne arată că înlocuirea capului de așezat cu un singur cuțit, care se aplică în momentul de față în toate întreprinderile de reparație cu cel cu mai multe cuțite, contribuie la mărirea preciziei de formă și de dimensiune a pieselor prelucrate într-o măsură însemnată. Totodată se mărește și productivitatea muncii.

3. Aplicarea metodei de șchiere prin divizarea șvansului este întotdeauna mult mai superioară decît șchierarea prin divizarea șvansului. La recondiționarea câmbșilor de cilindru ale motoarelor D-103, pe mașina de așezat vertical se consideră că șlășuirea capului de așezat cu 6 cuțite este net superioară.

4. Capacitatea de corectare a șbetarii de formă în procesul de bonuire (atît calitatea cât și cantitatea) este limitată. De aceea este necesar să luăm toate măsurile pentru mărirea preciziei pieselor prelucrate din operația precedentă. Precizia inițială nu numai că contribuie la mărirea preciziei pieselor recondiționate ci contribuie și la mărirea productivității muncii la procesul de bonuire.

5. Procesul de bonuire este foarte complicat, atât calitatea pieselor bonuite cât și productivitatea muncii este influențată direct de numeroși parametri. Dacă alegerea parametrilor bonuirii este necorespunzătoare, starea calitatii pieselor bonuite, mai ales precizia de formă a pieselor bonuite, nu se îmbunătățește ci se înrăutățește iar productivitatea muncii se reduce. Cercetările recente arată că, pentru piesele din fontă, dacă alegerea parametrilor optimi sînt corespunzători, aceasta conduce la mărirea

productivității specifice a procesului respectiv de la 40 până la 90 ori sau mai mare [5].

6. Dintre numeroșii parametri ai hounirii care influențează precizia de formă a pieselor prelucrate, cei mai importanți sînt: lungimea de depășire a segmentilor streșivi la capetele cilindrului „ l_g ” și precizia specifică a segmentilor pe suprafețe hounite „ p ”.

Oscorotirile experimentale întreprinse confirmă că abaterile de la forma geometrică a cilindrului de cilindru pot fi mai mari decît cele inițiale dacă alegerea valorilor „ l_g ” și „ p ” este necorespunzătoare.

7. În general, cu mărirea „ p ”, „ V_p ”, „ V_g ”, productivitatea unorii se mărește, însă aceasta este limitată de numeroși factori, mai ales de rigiditatea sistemului tehnologic, de calitatea pieselor prelucrate, de numărul excesiv al segmentilor streșivi, de cilindrul deșajată etc.

8. Variația rugozității suprafeței hounite în funcție de „ p ”, „ τ ”, „ V_g ”, „ V_p ” se desfășoară după o lege coezistentă, diagramele reprezentative cu un punct minim, care demonstrează că pentru hounirea cu valoarea respectivă se obține netăria superioară a suprafeței. Rezultatul cercorotirilor experimentale arată că în realitate este pe deplin posibil stabilirea valorilor optime ale parametrilor „ p ”, „ τ ”, „ V_g ”, „ V_p ” pentru obținerea rugozității minime a suprafeței hounite.

CONCLUZII

In urma cercetărilor teoretice și experimentale se fac următoarele recomandări:

1. La alegerea câmbiilor de cilindru reconșitionate se recomandă aplicarea capului de alesat cu sei multe cușite (6 cușite) prin divizarea șvansului. Parametrii de așchiere optimați se pot găsi in capitolele respective in lucrarea de față.

2. Baza de șșerare se alege conform schemei „J” sau „J” din tabelul 5. In astfel de operații de prelucrare (alesare și hoinire) trebuie aplicată bazarea de șșerare unidă.

3. Pentru mărirea eficienței procesului de reconșitionare trebuie luate toate măsurile posibile pentru mărirea preciziei pieselor alezate.

4. Parametrii optimați stăit pentru hoinirea de degreșare cit și cea finală la reconșitionarea câmbiilor de la motorul D-103, se găsesc in capitolele respective in lucrarea de față, menționându-se că, dacă după hoinirea prealabilă, piesele hoinite au abaterile mari de formă, in acest caz, se recomandă realizarea hoinirii in trei șșee.

Contribuții personale

Unele din problemele abordate și tratate in lucrarea de doctorat au un caracter original. Altele, au un caracter de aprofundare fenomenologică a unor studii efectuate de alți cercetători. Din acest punct de vedere se pot arăta următoarele :

1. Pe baza analizelor sistematice și științifice ale factorilor care influenșează șșeele calității și productivității muncii la reconșitionarea câmbiilor de cilindru s-au elaborat metodele cercetărilor experimentale pentru obținerea rezultatelor necesare.

2. Pe baza studiului profund teoretic, se proiectează și realizează un cap de alesat original cu 6 cușite. Cu ajutorul acestui dispozitiv s-au efectuat toate experimentările necesare.

Capul de alesat proiectat poate folosi destul de bine și în producția.

3. Pe baza rezultatelor experimentale care au o deplină concordanță cu cele teoretice, se precizează soluția cea mai bună pentru alegerea câmburilor cilindricilor pe mașina de alesat vertical. De asemenea se stabilesc parametrii de așchiere optima. Aceștia sînt prezentați în capitolele respective și în concluziile lucrării de față.

4. Stabilirea legii influenței preciziei specifice a segmentelor abrazivi asupra preciziei pieselor lucrate. Această lege se desfășoară după diagrame reprezentată în figura 56.

5. Pe baza rezultatelor experimentale, s-a construit diagrama pentru a reprezenta influența lungimii de depășire a segmentelor abrazivi la capetele câmburilor „ l_g ” asupra preciziei pieselor lucrate în secțiune longitudinală (fig. 58). După cum se știe, procesul de lucru se desfășoară cu participarea unor regiilor parametrilor care își variază valorile întotdeauna, scun-te influențează destul de complex precizia pieselor lucrate. Ca toate acestea, prin diagramele din fig. 58 se demonstrează că, prin lucrare este posibilă obținerea preciziei perfecte în secțiune longitudinală după alegerea valorii „ l_g ” corespunzătoare. Aceasta reprezintă caracterul deosebit de valoros al diagramei de mai sus atât din punct de vedere teoretic cât și practic.

6. Demonstrarea influenței „ l_g ” asupra preciziei pieselor lucrate în diferite secțiuni transversale (fig. 99), ^{Problema încă} în s-a studiat pînă în momentul de față.

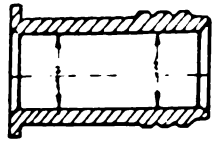
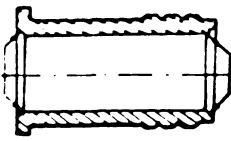
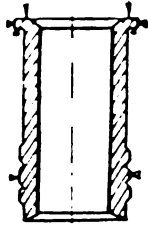
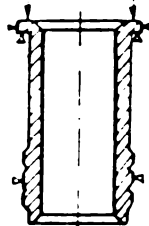
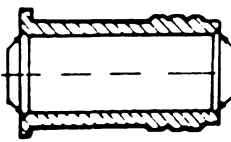
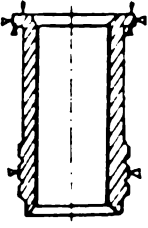
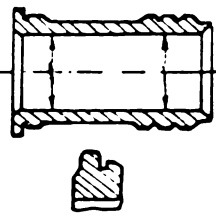
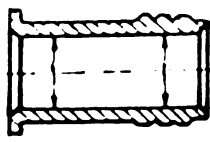
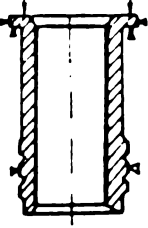
7. Stabilirea influenței stărilor de formă inițială (stît ovalitatea cit și conicitatea) asupra preciziei pieselor lucrate. Din rezultatele obținute se stabilesc valorile stării maxime care permite prelucrarea precizantă (aleasarea).

8. S-a construit diagrama (fig. 72) și s-a stabilit relația (7.5) care reprezintă dependența productivității muncii în funcție granulității segmentelor abrazivi. Expresia matematică (7.5) are caracterul empiric și ajută la orientarea alegerii segmentelor abrazivi după volumul de metal așchiat necesar.

9. E-a demonstrat că toți parametri hennirii sînt lini-
tați de valorile lor optime. Pornind de la această concluzie, se
stabilesc toți parametrii de hennire sînt pentru hennirea de de-
grosare cit și la hennirea finală.

Se consideră că rezultatele obținute sînt utile nu numai
la secunționarea cîmbșilor de cilindru ci au valoare și pentru
aplicarea la prelucrarea finală a alezajelor cu precizie mare și
calitate superioară, mai ales pentru alezajele cu pereți subțiri.
Aceste piese ocupă o proporție foarte mare sînt în domeniul de
fabricare și reparare a tractoarelor și autoturizelor cit și în
alte domenii de construcții de mașini.

Sequente tehnologice a prelucrării cilindrilor de cilindru

Op1 TEȘIRE	Op2 STRUNJIRE	Op3 ALEZARE	Op4 TRATAMENT TERMIC
			
Op5 DETENSIONARE	Op6 STRUNJIRE	Op7 ALEZARE	Op8 STRUNJIRE
<p>FARA SCHITA</p>			
	Op9 STRUNJIRE	Op10 HONUIRE	
			

Considerând fișa tehnologică din anexa 1, se observă că:

La operația 1 se face strunjirea frontală la cele două capete și se execută tăgăturile interioare dintr-o singură prindere, fixarea făcându-se cu ajutorul unui dispozitiv extensibil acționat pneumatic :

- În cadrul celei de a 2-a operații se face strunjirea suprafeței exterioare pe un strung de copiat cu comenzi program a vitezei de așchiere și a avansului de lucru: fixarea se realizează pe un dispozitiv de așchiere fiind tăgăturile interioare de la capete :

- Operația a 3-a comportă prelucrarea suprafeței interioare pe un agregat de tipul „Rulard” unde la un post se execută o lărgire de degroșare cu un adâncitor, la al doilea post o strunjire de semifinisare cu un cuțit foarte rigid, iar la postul al treilea, o aliere cu o sculă de tipul aliorului indicat :

- Operația a 4-a reprezintă tratamentul termic, iar operația a 5-a, detensionarea ulterioară :

- În cadrul operației a 6-a se face strunjirea suprafețelor exterioare pe scelași tip de mașină, fixarea făcându-se la fel ca în cazul operației a 2-a :

- La operația a 7-a se fac scelași prelucrări pe scelași utilaj și cu scelași scule ca și în operația a 5-a, urmând ca la operațiile a 8-a și a 9-a să se facă prelucrarea de finisare a suprafețelor exterioare și a tăgăturilor interioare la cele două capete : baza de aliere în aceste operații este suprafața interioară care are o grosime minimă de 10mm, lucru care asigură o concentricitate cât și o precizie geometrică ridicată a suprafețelor exterioare și frontale, care reprezintă baza de așchiere și de ghidare la asamblarea în blocul motorului :

- În operația a 10-a se face lucrarea de degroșare, urmând de o superfinisare.

**Tehnologia de reparare a cilindrilor de cilindru
după 105.01.106**

<p>Denumirea operațiilor</p> <p>(1)</p>	<p>Utilaje, scule, dispozitive, instrumente, aparatură</p> <p>(2)</p>
<p>1. Trieres cilindrilor</p> <p>1.1. Verificarea dimensională:</p> <p>1.1.1 Interiorul cilindrului trebuie să fie cu o cote de 106,5 mm înălțime concentricitate și ovalitate normală.</p> <p>1.1.2 Interiorul cilindrului trebuie să încoreze următoarele cote:</p> <ul style="list-style-type: none"> - diametrul gulerului superior - 0,100 132 - 0,165 - diametrul gulerului de etanșare : 125^{-0,060} - diametrul gulerului de etanșare de la partea inferioară - 0,060 125 - 0,165 <p>1.2. Verificarea hidrolică :</p> <p>1.2.1 Se verifică prezența porilor, fisurilor sau crăpăturilor în partea cilindrului. Verificarea se face pe dispozitivul pentru probarea hidrolică a cilindrilor tip de 2 minute la 4 daN/cm².</p> <p>1.3. Verificarea aspectului suprafeței și gulerului de etanșare.</p> <p>1.3.1 Se verifică suprafața interioară a cilindrului să nu prezinte risuri etnoi care nu se pot îndepărta prin clădire(0,15 mm). Gulerele de etanșare trebuie să fie corespunzătoare.</p>	<p>Micrometru de interior 100-125 mm și comparator de interior.</p> <p>Micrometru de exterior 100 - 150.</p> <p>Subler 300 mm.</p> <p>Micrometru de exterior 100-150.</p> <p>Subler 300 mm.</p> <p>Dispozitivul pentru verificarea cilindrilor.</p>

(1)	(2)
<p>Observație : Cămbiile care nu corespund condițiilor de la pct.1.1 ; 1.2; și 1.3 trebuie să respicace la trisare.</p> <p>2. Apăsarea și curățirea cămbiilor</p> <p>2.1. Degresarea</p> <p>2.1.1 Se face degresarea cămbiilor în bacia de degresare cu soluție de sodă caustică la temperatura de 90°C.</p> <p>2.1.2 Se face limpezirea cu apă curată la temperatura de 80-90°C.</p> <p>2.2 Curățirea cilindrilor de depuneri de pistoni se face cu parte de sifon, cămașa fiind rotită în univarsul strungului sau pe dispozitiv.</p> <p>3. Prelucrarea cămbiilor la interior.</p> <p>3.1 Se execută alucarea cilindrilor la interior prin două treceri [114] la cotele treptei de recon-ditionare .</p> <p>3.2. Se execută bonuirea cilindrilor prin două faze: degresare și finisare.</p> <p>4. Verificarea calității recon-ditionării.</p> <p>4.1. Verificarea cotei interioare a cămbiilor care trebuie să se înscrie în dimensiunile treptei de repar-ții.</p> <p>4.2. Verificarea conicității și ovalității cilindrilor interior prin 6 măsurători perpendiculare, două câte două la trei nivele diferite. Ovalitatea și conicitatea maxime admise este de 0,03 mm.</p>	<p>Dispozitiv pentru antrenarea cămbiilor.</p> <p>Mașină de alucet cilindrilor.</p> <p>Mașină de bonuit cilindrilor.</p> <p>Micrometru 100-125 și comparator de interior.</p>

(1)	(2)								
<p>4.3. Verificarea gradului de prelucrare a suprafeței care trebuie să fie fără praguri, zgârieturi, pete, etc. și la gradul de finisare de clasa 9-a.</p> <p>4.4. Sortarea cilindrilor în cele trei grupe de reconstrucție se face conform tabelului de mai jos :</p> <table border="1" data-bbox="326 864 1086 1254"> <thead> <tr> <th align="center">Denumirea grupe de cote</th> <th align="center">Diametrul cilin- drului, în mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td align="center">$109^{+0,02}$</td> </tr> <tr> <td align="center">B</td> <td align="center">$109^{+0,04}_{-0,02}$</td> </tr> <tr> <td align="center">C</td> <td align="center">$109^{+0,05}_{-0,04}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>După sortare se aplică pomponii cu grupe de cote.</p> <p>5. Conservare.</p> <p>5.1. După verificarea calității reconstrucției, pe fiecare cilindru se aplică un strat de protecție de peroxid în amestec cu ulei mineral. Cilindrii sînt înfășurate individual în hîrtie ceară și ambalate în 14-zi pe grupe de cote.</p>	Denumirea grupe de cote	Diametrul cilin- drului, în mm	A	$109^{+0,02}$	B	$109^{+0,04}_{-0,02}$	C	$109^{+0,05}_{-0,04}$	<p>Micrometru 100-125 și comparator de interior.</p>
Denumirea grupe de cote	Diametrul cilin- drului, în mm								
A	$109^{+0,02}$								
B	$109^{+0,04}_{-0,02}$								
C	$109^{+0,05}_{-0,04}$								

Annex 3. Data 1

Abstrait de la forme geometriee le mesurae en un cingre outit

1.1. Calculs

x_1	n_1	$x_1 n_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 \cdot n_1$	
0,02	2	0,04	- 0,0702	49,00.10 ⁻⁴	98,00.10 ⁻⁴	
0,03	4	0,12	- 0,0602	36,00.10 ⁻⁴	144,00.10 ⁻⁴	
0,04	6	0,24	- 0,0502	25,00.10 ⁻⁴	150,00.10 ⁻⁴	
0,05	8	0,40	- 0,0402	16,00.10 ⁻⁴	128,00.10 ⁻⁴	
0,06	10	0,60	- 0,0302	9,00.10 ⁻⁴	90,00.10 ⁻⁴	
0,07	11	0,77	- 0,0202	4,00.10 ⁻⁴	44,00.10 ⁻⁴	
0,08	10	0,80	- 0,0102	1,00.10 ⁻⁴	10,00.10 ⁻⁴	
0,09	9	0,81	- 0,0002	0,00.10 ⁻⁴	0,00.10 ⁻⁴	$\bar{x} = 0,0702$
0,10	7	0,70	0,0098	0,96.10 ⁻⁴	6,72.10 ⁻⁴	$\sigma = 38,7 \cdot 10^{-3}$
0,11	7	0,77	0,0198	3,93.10 ⁻⁴	27,50.10 ⁻⁴	
0,12	6	0,72	0,0298	8,73.10 ⁻⁴	52,50.10 ⁻⁴	
0,13	5	0,65	0,0398	15,70.10 ⁻⁴	78,30.10 ⁻⁴	
0,14	4	0,56	0,0498	24,80.10 ⁻⁴	99,20.10 ⁻⁴	
0,15	3	0,45	0,0598	35,80.10 ⁻⁴	107,30.10 ⁻⁴	
0,16	3	0,48	0,0698	48,30.10 ⁻⁴	146,20.10 ⁻⁴	
0,17	2	0,34	0,0798	63,80.10 ⁻⁴	127,30.10 ⁻⁴	
0,18	1	0,18	0,0898	80,80.10 ⁻⁴	80,80.10 ⁻⁴	
0,19	1	0,19	0,0998	99,80.10 ⁻⁴	99,80.10 ⁻⁴	
0,20	1	0,20	0,1098	120,80.10 ⁻⁴	120,80.10 ⁻⁴	
Total	100	9,02			1.500,62.10⁻⁴	

1.2. Calculations

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	
0,02	3	0,06	-0,0776	59,20.10 ⁻⁴	99,50.10 ⁻⁴	
0,03	6	0,18	-0,0676	22,70.10 ⁻⁴	136,20.10 ⁻⁴	
0,04	8	0,32	-0,376	14,20.10 ⁻⁴	113,50.10 ⁻⁴	
0,05	11	0,55	-0,0276	7,60.10 ⁻⁴	83,70.10 ⁻⁴	
0,06	13	0,78	-0,0176	3,10.10 ⁻⁴	40,20.10 ⁻⁴	
0,07	12	0,84	-0,0076	0,97.10 ⁻⁴	6,93.10 ⁻⁴	
0,08	10	0,80	0,0020	0,05.10 ⁻⁴	0,57.10 ⁻⁴	$\bar{x} = 0,0776$
0,09	8	0,72	0,0120	1,50.10 ⁻⁴	12,30.10 ⁻⁴	$\sigma = 53,9.10^{-3}$
0,10	8	0,80	0,0220	5,02.10 ⁻⁴	40,20.10 ⁻⁴	
0,11	6	0,66	0,0320	10,50.10 ⁻⁴	63,00.10 ⁻⁴	
0,12	4	0,48	0,0420	18,00.10 ⁻⁴	72,00.10 ⁻⁴	
0,13	4	0,52	0,0520	27,50.10 ⁻⁴	110,00.10 ⁻⁴	
0,14	3	0,42	0,0620	39,00.10 ⁻⁴	117,00.10 ⁻⁴	
0,15	2	0,30	0,0720	52,40.10 ⁻⁴	104,80.10 ⁻⁴	
0,16	1	0,16	0,0820	67,50.10 ⁻⁴	67,80.10 ⁻⁴	
0,17	1	0,17	0,0920	85,20.10 ⁻⁴	85,20.10 ⁻⁴	
Total	100	7,76			1.192,90.10⁻⁴	

Annex 3. Tabelul 2

**Abaterile de la forma geometrică la alezarea cu două cutite
prin divizarea succursului**

2.1. Calitatea

x_i	n_i	$x_i \cdot n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$		
0,01	2	0,02	0,0509	$25,90 \cdot 10^{-4}$	$51,70 \cdot 10^{-4}$		
0,02	6	0,12	0,0409	$16,80 \cdot 10^{-4}$	$100,50 \cdot 10^{-4}$		
0,03	10	0,30	0,0309	$9,55 \cdot 10^{-4}$	$75,50 \cdot 10^{-4}$		
0,04	14	0,56	0,0209	$4,36 \cdot 10^{-4}$	$61,10 \cdot 10^{-4}$		
0,05	17	0,85	0,0109	$1,09 \cdot 10^{-4}$	$18,50 \cdot 10^{-4}$		
0,06	14	0,84	0,0009	$0,0011 \cdot 10^{-4}$	$0,11 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0609$ $\sigma = 29,3 \cdot 10^{-3}$	
0,07	10	0,70	0,0091	$0,23 \cdot 10^{-4}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$		
0,08	8	0,64	0,0191	$3,65 \cdot 10^{-4}$	$29,20 \cdot 10^{-4}$		
0,09	6	0,54	0,0291	$8,50 \cdot 10^{-4}$	$51,00 \cdot 10^{-4}$		
0,10	4	0,40	0,0391	$15,30 \cdot 10^{-4}$	$61,20 \cdot 10^{-4}$		
0,11	3	0,33	0,0491	$24,20 \cdot 10^{-4}$	$72,50 \cdot 10^{-4}$		
0,12	2	0,24	0,0591	$35,00 \cdot 10^{-4}$	$70,00 \cdot 10^{-4}$		
0,13	2	0,26	0,0691	$48,00 \cdot 10^{-4}$	$96,00 \cdot 10^{-4}$		
0,14	1	0,14	0,0791	$63,00 \cdot 10^{-4}$	$63,00 \cdot 10^{-4}$		
0,15	1	0,15	0,0891	$80,00 \cdot 10^{-4}$	$80,00 \cdot 10^{-4}$		
Total:	100	6,09			$358,61 \cdot 10^{-4}$		

Contoh 2

2.2. Variansi

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	
0,01	4	0,04	-0,0458	$19,23 \cdot 10^{-4}$	$76,90 \cdot 10^{-4}$	
0,02	7	0,14	-0,0358	$11,40 \cdot 10^{-4}$	$79,80 \cdot 10^{-4}$	
0,03	11	0,33	-0,0258	$5,63 \cdot 10^{-4}$	$61,90 \cdot 10^{-4}$	
0,04	15	0,60	-0,0158	$1,90 \cdot 10^{-4}$	$28,40 \cdot 10^{-4}$	
0,05	19	0,95	-0,0058	$0,14 \cdot 10^{-4}$	$2,68 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0558$
0,06	15	0,90	0,0062	$0,305 \cdot 10^{-4}$	$5,78 \cdot 10^{-4}$	$\sigma = 23,8 \cdot 10^{-3}$
0,07	11	0,77	0,0162	$2,63 \cdot 10^{-4}$	$28,90 \cdot 10^{-4}$	
0,08	7	0,56	0,0262	$6,90 \cdot 10^{-4}$	$48,30 \cdot 10^{-4}$	
0,09	5	0,45	0,0362	$11,31 \cdot 10^{-4}$	$56,50 \cdot 10^{-4}$	
0,10	3	0,30	0,0462	$21,30 \cdot 10^{-4}$	$64,00 \cdot 10^{-4}$	
0,11	2	0,22	0,0562	$31,50 \cdot 10^{-4}$	$63,00 \cdot 10^{-4}$	
0,12	1	0,12	0,0662	$44,00 \cdot 10^{-4}$	$44,00 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	5,58			$579,16 \cdot 10^{-4}$	

Annex 3. Tabelul 3

Abaterile de la forma geometrică la alegerea cu trei cuțite
prin divizarea evanoului

3.1. Calitatea

x_1	n_1	$x_1 \cdot n_1$	$(x_1 - \bar{x})$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 \cdot n_1$	
0,01	8	0,08	-0,0273	$7,45 \cdot 10^{-4}$	$59,50 \cdot 10^{-4}$	
0,02	21	0,42	-0,0173	$3,00 \cdot 10^{-4}$	$63,00 \cdot 10^{-4}$	
0,03	28	0,84	-0,0073	$0,534 \cdot 10^{-4}$	$14,95 \cdot 10^{-4}$	
0,04	15	0,60	0,0027	$0,073 \cdot 10^{-4}$	$1,09 \cdot 10^{-4}$	
0,05	10	0,50	0,0127	$1,61 \cdot 10^{-4}$	$16,10 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0373$
0,06	7	0,42	0,0227	$5,15 \cdot 10^{-4}$	$36,00 \cdot 10^{-4}$	$\sqrt{s} = 19,75 \cdot 10^{-3}$
0,07	5	0,35	0,0327	$10,65 \cdot 10^{-4}$	$51,75 \cdot 10^{-4}$	
0,08	3	0,24	0,0427	$18,20 \cdot 10^{-4}$	$54,70 \cdot 10^{-4}$	
0,09	2	0,18	0,0527	$27,70 \cdot 10^{-4}$	$55,40 \cdot 10^{-4}$	
0,10	1	0,10	0,0627	$37,40 \cdot 10^{-4}$	$39,40 \cdot 10^{-4}$	
total:	100	3,73			$391,89 \cdot 10^{-4}$	

3.2. Cantitatea

x_1	n_1	$x_1 \cdot n_1$	$(x_1 - \bar{x})$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 \cdot n_1$	
0,01	13	0,13	-0,0201	$4,05 \cdot 10^{-4}$	$52,70 \cdot 10^{-4}$	
0,02	25	0,50	-0,0101	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$25,50 \cdot 10^{-4}$	
0,03	30	0,90	-0,0001	-	-	$\bar{x} = 0,0301$
0,04	18	0,72	0,0099	$0,98 \cdot 10^{-4}$	$17,60 \cdot 10^{-4}$	$\sqrt{s} = 13,5 \cdot 10^{-3}$
0,05	9	0,45	0,0199	$3,96 \cdot 10^{-4}$	$35,70 \cdot 10^{-4}$	
0,06	4	0,24	0,0299	$8,95 \cdot 10^{-4}$	$35,80 \cdot 10^{-4}$	
0,07	1	0,07	0,0399	$15,90 \cdot 10^{-4}$	$15,90 \cdot 10^{-4}$	
total:	100	3,01			$183,2 \cdot 10^{-4}$	

ANEXA 3. Tabelul 4

Abaterile de la forma geometrică la clemele cu șee cupite
prin divizarea sumului

4.1. Ovalități

x_1	n_1	$x_1 \cdot n_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 \cdot n_1$	
0,00	8	0,00	-0,0200	$4,16 \cdot 10^{-4}$	$33,30 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0200$ $\sigma = 34 \cdot 10^{-4}$
0,01	40	0,40	-0,0100	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$43,20 \cdot 10^{-4}$	
0,02	23	0,46	-0,0000	$0,0016 \cdot 10^{-4}$	$0,0368 \cdot 10^{-4}$	
0,03	13	0,39	0,0096	$0,92 \cdot 10^{-4}$	$11,95 \cdot 10^{-4}$	
0,04	9	0,36	0,0196	$3,85 \cdot 10^{-4}$	$34,70 \cdot 10^{-4}$	
0,05	5	0,25	0,0296	$8,66 \cdot 10^{-4}$	$43,20 \cdot 10^{-4}$	
0,06	2	0,12	0,0396	$15,50 \cdot 10^{-4}$	$31,20 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	2,00			$197,00 \cdot 10^{-4}$	

4.2. Conicități

x_1	n_1	$x_1 \cdot n_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 \cdot n_1$	
0,00	12	0,00	-0,0160	$2,70 \cdot 10^{-4}$	$32,40 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0160$ $\sigma = 11,02 \cdot 10^{-3}$
0,01	42	0,42	-0,0060	$0,41 \cdot 10^{-4}$	$17,20 \cdot 10^{-4}$	
0,02	26	0,52	0,0036	$0,13 \cdot 10^{-4}$	$3,59 \cdot 10^{-4}$	
0,03	12	0,36	0,0136	$1,85 \cdot 10^{-4}$	$22,20 \cdot 10^{-4}$	
0,04	6	0,24	0,0236	$5,57 \cdot 10^{-4}$	$33,50 \cdot 10^{-4}$	
0,05	2	0,10	0,0336	$11,30 \cdot 10^{-4}$	$22,60 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	1,60			$131,09 \cdot 10^{-4}$	

Annex 3. Tabelul 5

Abaterile de la forma geometrică la alezarea cu turtă cuțite prin divizarea oscosului la prelucrare

5.1. (continuu)

x_1	n_1	$x_1 n_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 n_1$	
0,02	3	0,06	-0,0574	$30,50 \cdot 10^{-4}$	$85,50 \cdot 10^{-4}$	
0,03	7	0,21	-0,0474	$22,30 \cdot 10^{-4}$	$155,00 \cdot 10^{-4}$	
0,04	10	0,40	-0,0374	$11,10 \cdot 10^{-4}$	$111,00 \cdot 10^{-4}$	
0,05	13	0,65	-0,0274	$5,43 \cdot 10^{-4}$	$71,20 \cdot 10^{-4}$	
0,06	15	0,90	-0,0174	$1,50 \cdot 10^{-4}$	$27,00 \cdot 10^{-4}$	
0,07	12	0,84	-0,0074	$0,116 \cdot 10^{-4}$	$1,395 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0774$
0,08	9	0,72	0,0026	$0,435 \cdot 10^{-4}$	$3,92 \cdot 10^{-4}$	$\sigma = 33,5 \cdot 10^{-3}$
0,09	7	0,63	0,0126	$2,75 \cdot 10^{-4}$	$19,25 \cdot 10^{-4}$	
0,10	6	0,60	0,0226	$7,00 \cdot 10^{-4}$	$42,00 \cdot 10^{-4}$	
0,11	5	0,55	0,0326	$13,60 \cdot 10^{-4}$	$68,00 \cdot 10^{-4}$	
0,12	4	0,48	0,0426	$21,70 \cdot 10^{-4}$	$86,60 \cdot 10^{-4}$	
0,13	3	0,39	0,0526	$32,20 \cdot 10^{-4}$	$96,60 \cdot 10^{-4}$	
0,14	2	0,28	0,0626	$44,30 \cdot 10^{-4}$	$89,00 \cdot 10^{-4}$	
0,15	2	0,30	0,0726	$53,90 \cdot 10^{-4}$	$118,00 \cdot 10^{-4}$	
0,16	1	0,16	0,0826	$73,00 \cdot 10^{-4}$	$73,00 \cdot 10^{-4}$	
0,17	1	0,17	0,0926	$93,50 \cdot 10^{-4}$	$93,50 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	7,50			$1.122,965 \cdot 10^{-4}$	

5.2. Contoh 3

x_1	n_1	$x_1 \cdot n_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 \cdot n_1$	
0,02	5	0,10	-0,055	$12,25 \cdot 10^{-4}$	$61,25 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,075$ $\sigma = 29,7 \cdot 10^{-3}$
0,03	8	0,24	-0,025	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$50,00 \cdot 10^{-4}$	
0,04	11	0,44	-0,015	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$24,75 \cdot 10^{-4}$	
0,05	14	0,70	-0,005	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$3,50 \cdot 10^{-4}$	
0,06	17	1,02	0,005	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$4,25 \cdot 10^{-4}$	
0,07	13	0,91	0,015	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$29,25 \cdot 10^{-4}$	
0,08	9	0,72	0,025	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$56,25 \cdot 10^{-4}$	
0,09	7	0,63	0,035	$12,25 \cdot 10^{-4}$	$87,50 \cdot 10^{-4}$	
0,10	6	0,60	0,045	$20,25 \cdot 10^{-4}$	$120,50 \cdot 10^{-4}$	
0,11	4	0,44	0,055	$30,25 \cdot 10^{-4}$	$130,00 \cdot 10^{-4}$	
0,12	3	0,36	0,065	$42,25 \cdot 10^{-4}$	$127,50 \cdot 10^{-4}$	
0,13	2	0,26	0,075	$56,25 \cdot 10^{-4}$	$112,5 \cdot 10^{-4}$	
0,14	1	0,14	0,085	$72,25 \cdot 10^{-4}$	$72,25 \cdot 10^{-4}$	
Totals	100	5,50			$879,25 \cdot 10^{-4}$	

Absterile de la forma geometrică la dimensiuni cu trei cutite prin divizarea sâmboului de prelucrare

6.1. Oportunități

x_i	n_i	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	
0,01	3	0,03	-0,0397	$15,76 \cdot 10^{-4}$	$47,00 \cdot 10^{-4}$	
0,02	10	0,20	-0,0297	$8,85 \cdot 10^{-4}$	$88,50 \cdot 10^{-4}$	
0,03	16	0,48	-0,0197	$3,87 \cdot 10^{-4}$	$61,80 \cdot 10^{-4}$	
0,04	21	0,84	-0,0097	$0,94 \cdot 10^{-4}$	$19,70 \cdot 10^{-4}$	
0,05	16	0,80	0,0003	$0,0009 \cdot 10^{-4}$	$0,014 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0497$
0,06	11	0,66	0,0103	$1,03 \cdot 10^{-4}$	$11,35 \cdot 10^{-4}$	$\sigma = 23,9 \cdot 10^{-3}$
0,07	3	0,56	0,0203	$4,12 \cdot 10^{-4}$	$33,00 \cdot 10^{-4}$	
0,08	5	0,40	0,0303	$9,11 \cdot 10^{-4}$	$45,30 \cdot 10^{-4}$	
0,09	4	0,36	0,0403	$16,30 \cdot 10^{-4}$	$65,20 \cdot 10^{-4}$	
0,10	3	0,30	0,0503	$25,30 \cdot 10^{-4}$	$70,00 \cdot 10^{-4}$	
0,11	2	0,22	0,0603	$36,30 \cdot 10^{-4}$	$72,50 \cdot 10^{-4}$	
0,12	1	0,12	0,0703	$49,50 \cdot 10^{-4}$	$49,50 \cdot 10^{-4}$	
Totals	100	4,97			$570,46 \cdot 10^{-4}$	

6.2. Condiții

x_i	n_i	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	
0,01	4	0,04	-0,054	$12,50 \cdot 10^{-4}$	$50,00 \cdot 10^{-4}$	
0,02	12	0,24	-0,0254	$6,50 \cdot 10^{-4}$	$78,00 \cdot 10^{-4}$	
0,03	16	0,48	-0,0154	$2,37 \cdot 10^{-4}$	$38,00 \cdot 10^{-4}$	
0,04	22	0,88	-0,0054	$0,29 \cdot 10^{-4}$	$6,38 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0454$
0,05	17	0,85	0,0046	$0,212 \cdot 10^{-4}$	$3,60 \cdot 10^{-4}$	$\sigma = 20 \cdot 10^{-3}$
0,06	12	0,72	0,0146	$2,14 \cdot 10^{-4}$	$25,70 \cdot 10^{-4}$	
0,07	8	0,56	0,0246	$6,04 \cdot 10^{-4}$	$48,40 \cdot 10^{-4}$	
0,08	5	0,40	0,0346	$12,00 \cdot 10^{-4}$	$60,00 \cdot 10^{-4}$	
0,09	3	0,27	0,0446	$20,00 \cdot 10^{-4}$	$60,00 \cdot 10^{-4}$	
0,10	1	0,10	0,0546	$30,00 \cdot 10^{-4}$	$30,00 \cdot 10^{-4}$	
Totals	100	4,54			$400,08 \cdot 10^{-4}$	

Abaterile de la forma geometrică la clasarea cu șase
cuțite prin divizarea sâmburului de prelucrare

7.1. Ovalitate:

x_i	n_i	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	
0,01	3	0,03	-0,0393	$15,40 \cdot 10^{-4}$	$46,20 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0493$ $\sigma = 25,5 \cdot 10^{-3}$
0,02	14	0,28	-0,0293	$8,60 \cdot 10^{-4}$	$120,50 \cdot 10^{-4}$	
0,03	19	0,57	-0,0193	$3,72 \cdot 10^{-4}$	$70,70 \cdot 10^{-4}$	
0,04	15	0,60	-0,0093	$0,87 \cdot 10^{-4}$	$13,00 \cdot 10^{-4}$	
0,05	13	0,65	0,0007	-	-	
0,06	11	0,66	0,0107	$1,50 \cdot 10^{-4}$	$16,50 \cdot 10^{-4}$	
0,07	8	0,56	0,0207	$4,30 \cdot 10^{-4}$	$34,40 \cdot 10^{-4}$	
0,08	6	0,48	0,0307	$9,40 \cdot 10^{-4}$	$56,40 \cdot 10^{-4}$	
0,09	4	0,36	0,0407	$16,50 \cdot 10^{-4}$	$66,00 \cdot 10^{-4}$	
0,10	4	0,40	0,0507	$25,70 \cdot 10^{-4}$	$102,5 \cdot 10^{-4}$	
0,11	2	0,22	0,0607	$37,00 \cdot 10^{-4}$	$74,00 \cdot 10^{-4}$	
0,12	1	0,12	0,0707	$50,00 \cdot 10^{-4}$	$50,00 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	4,93			$650,20 \cdot 10^{-4}$	

7.2. Conicitate:

x_i	n_i	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	
0,01	4	0,04	-0,0348	$12,10 \cdot 10^{-4}$	$48,40 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,0443$ $\sigma = 22 \cdot 10^{-3}$
0,02	16	0,32	-0,0248	$6,15 \cdot 10^{-4}$	$98,50 \cdot 10^{-4}$	
0,03	20	0,60	-0,0148	$2,20 \cdot 10^{-4}$	$44,00 \cdot 10^{-4}$	
0,04	16	0,64	-0,0048	$0,23 \cdot 10^{-4}$	$3,70 \cdot 10^{-4}$	
0,05	14	0,70	0,0052	$0,27 \cdot 10^{-4}$	$3,78 \cdot 10^{-4}$	
0,06	11	0,66	0,0152	$2,32 \cdot 10^{-4}$	$26,50 \cdot 10^{-4}$	
0,07	8	0,56	0,0252	$6,35 \cdot 10^{-4}$	$50,80 \cdot 10^{-4}$	
0,08	6	0,48	0,0352	$12,40 \cdot 10^{-4}$	$74,50 \cdot 10^{-4}$	
0,09	3	0,27	0,0452	$20,50 \cdot 10^{-4}$	$61,50 \cdot 10^{-4}$	
0,10	1	0,10	0,0552	$30,50 \cdot 10^{-4}$	$30,50 \cdot 10^{-4}$	
0,11	1	0,11	0,0652	$42,50 \cdot 10^{-4}$	$42,50 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	4,43			$487,48 \cdot 10^{-4}$	

**Abaterile de la forma geometrică la lucrarea în condițiile
actuale de întreprindere**

3.1. Qualități

x_i	n_i	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	
0,01	7	0,07	-0,044	$19,40 \cdot 10^{-4}$	$136,00 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,054$ $\sigma = 27,3 \cdot 10^{-3}$
0,02	9	0,18	-0,034	$11,60 \cdot 10^{-4}$	$104,80 \cdot 10^{-4}$	
0,03	11	0,33	-0,024	$5,75 \cdot 10^{-4}$	$63,24 \cdot 10^{-4}$	
0,04	12	0,48	-0,014	$1,96 \cdot 10^{-4}$	$23,40 \cdot 10^{-4}$	
0,05	14	0,70	-0,004	$0,16 \cdot 10^{-4}$	$2,24 \cdot 10^{-4}$	
0,06	16	0,96	0,006	$0,36 \cdot 10^{-4}$	$5,75 \cdot 10^{-4}$	
0,07	11	0,77	0,016	$2,55 \cdot 10^{-4}$	$23,00 \cdot 10^{-4}$	
0,08	7	0,56	0,026	$0,75 \cdot 10^{-4}$	$42,20 \cdot 10^{-4}$	
0,09	4	0,36	0,036	$13,00 \cdot 10^{-4}$	$52,00 \cdot 10^{-4}$	
0,10	4	0,40	0,046	$21,20 \cdot 10^{-4}$	$84,00 \cdot 10^{-4}$	
0,11	2	0,22	0,056	$31,40 \cdot 10^{-4}$	$62,80 \cdot 10^{-4}$	
0,12	2	0,24	0,066	$43,50 \cdot 10^{-4}$	$87,00 \cdot 10^{-4}$	
0,13	1	0,13	0,070	$58,00 \cdot 10^{-4}$	$78,00 \cdot 10^{-4}$	
Total	100	5,40			$704,99 \cdot 10^{-4}$	

3.2. Condiții

0,01	9	0,09	-0,036	$13,00 \cdot 10^{-4}$	$117,00 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,046$ $\sigma = 22,8 \cdot 10^{-3}$
0,02	11	0,22	-0,026	$6,75 \cdot 10^{-4}$	$74,00 \cdot 10^{-4}$	
0,03	14	0,42	-0,016	$2,55 \cdot 10^{-4}$	$35,70 \cdot 10^{-4}$	
0,04	16	0,64	-0,006	$0,36 \cdot 10^{-4}$	$5,75 \cdot 10^{-4}$	
0,05	19	0,95	0,004	$0,16 \cdot 10^{-4}$	$3,04 \cdot 10^{-4}$	
0,06	12	0,72	0,014	$1,96 \cdot 10^{-4}$	$23,50 \cdot 10^{-4}$	
0,07	7	0,49	0,024	$5,75 \cdot 10^{-4}$	$39,00 \cdot 10^{-4}$	
0,08	5	0,40	0,034	$11,60 \cdot 10^{-4}$	$98,00 \cdot 10^{-4}$	
0,09	4	0,36	0,044	$19,40 \cdot 10^{-4}$	$77,70 \cdot 10^{-4}$	
0,10	3	0,30	0,054	$29,20 \cdot 10^{-4}$	$87,70 \cdot 10^{-4}$	
Total	100	4,99			$521,99 \cdot 10^{-4}$	

Ovalitatea cilindrică la bornele de degroșare

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	
0,01	8	0,08	-0,026	$6,75 \cdot 10^{-4}$	$54,00 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,026$ $\sigma = 19,3 \cdot 10^{-3}$
0,02	26	0,52	-0,016	$2,57 \cdot 10^{-4}$	$67,00 \cdot 10^{-4}$	
0,03	21	0,63	-0,006	$0,36 \cdot 10^{-4}$	$7,57 \cdot 10^{-4}$	
0,04	16	0,64	0,004	$0,16 \cdot 10^{-4}$	$2,56 \cdot 10^{-4}$	
0,05	11	0,55	0,014	$1,96 \cdot 10^{-4}$	$21,50 \cdot 10^{-4}$	
0,06	8	0,48	0,024	$5,75 \cdot 10^{-4}$	$46,00 \cdot 10^{-4}$	
0,07	9	0,55	0,034	$11,56 \cdot 10^{-4}$	$98,00 \cdot 10^{-4}$	
0,08	3	0,24	0,044	$19,36 \cdot 10^{-4}$	$58,20 \cdot 10^{-4}$	
0,09	2	0,18	0,054	$29,24 \cdot 10^{-4}$	$58,48 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	3,67			$371,33 \cdot 10^{-4}$	

Ovalitatea cilindrică la bornele de finisare

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	
0,00	4	0,00	-0,022	$4,85 \cdot 10^{-4}$	$19,40 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,022$ $\sigma = 12,5 \cdot 10^{-3}$
0,01	35	0,35	-0,012	$1,44 \cdot 10^{-4}$	$47,50 \cdot 10^{-4}$	
0,02	26	0,52	-0,002	$0,04 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$	
0,03	18	0,54	0,008	$0,64 \cdot 10^{-4}$	$11,50 \cdot 10^{-4}$	
0,04	12	0,48	0,018	$3,24 \cdot 10^{-4}$	$38,80 \cdot 10^{-4}$	
0,05	5	0,25	0,022	$7,85 \cdot 10^{-4}$	$39,25 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	2,24			$157,64 \cdot 10^{-4}$	

Ovalitatea cilindrică la bornele finale

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	
0,00	4	0,00	-0,02	$4,00 \cdot 10^{-4}$	$16,00 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} = 0,02$ $\sigma = 11,5 \cdot 10^{-3}$
0,01	37	0,37	-0,01	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$37,00 \cdot 10^{-4}$	
0,02	30	0,60	0,00	$0,00 \cdot 10^{-4}$	$0,00 \cdot 10^{-4}$	
0,03	15	0,45	0,01	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$15,00 \cdot 10^{-4}$	
0,04	10	0,40	0,02	$4,00 \cdot 10^{-4}$	$40,00 \cdot 10^{-4}$	
0,05	4	0,20	0,03	$9,00 \cdot 10^{-4}$	$36,00 \cdot 10^{-4}$	
Total:	100	2,02			$132,00 \cdot 10^{-4}$	

BIBLIOGRAFIE

1. Apustin G.A. și colab. - Tehnologii și măsurări tehnice. Trad. din limba rusă. edit. tehnică București 1956
2. Arsinov V.A. și colab. - Apărarea metalelor. vol. I. Trad. din limba rusă. I. D. T. București 1953.
3. Bobicov A.P. - Probleme cu soluții noi de prelucrare. rev. Ingineria unificată și școlă nr. 6/1962 p. 345.
4. Bobicov A.P. - Valorile optime ale eroării relative și rezistențelor obiective la forțare. rev. Ingineria unificată și școlă nr. 1/1964 p. 51-56.
5. Bobicov A.P. - Ingineria. Ed. Ingineria unificată - Moscova 1965.
6. Bocali V.N. și colab. - Aluminii horgovenice. Ed. „Tehnică” Kiev. 1966.
7. Bocali V.N. și colab. - Efectivități obiective rezistențelor instrumente crucii în sintezele aluminii, Ed. „Tehnică” Kiev 1966.
8. Bocali V.N. și colab. - Obiective tehnice rezistențelor instrumente aluminii crucii. Ed. Viteștii poporului. Moscova 1969.
9. Borșanov B.N. - Optimizarea conținutului aluminii în vâșcă și în horgovenice. rev. Ingineria unificată și școlă nr. 1/1971 p. 24-25.
10. Borșanov B.N. și colab. - Probleme tehnice în unificarea construcției de mașini. Trad. din limba rusă edit. tehnică București 1960.
11. Borșanov A.I. - Tehnologii școlărilor optice. Ed. tehnică București, 1954.

12. Demktoev I.G - Influența temperaturii de echilibrare asupra preciziei prelucrării. Bulletinul construc. de mașini. I.D.T.nr.11/1959 p.75
13. Hănoșari R. și colab - Procedee de prelucrare mecanică a câmbiilor de cilindru din fontă în scopul îmbunătățirii rodajului. Rev. Metalurgia și construcția de mașini, nr.1/1961 p.39-43
14. Balstarodov K.S - Mașini pentru alésarea câmbiilor de cilindru de la tractoare. Rev. Mașini unelte și scule, nr.12/1955 p.11.
15. Bilik S.M - Influența necorecției cilindrilor asupra durabilității motorelor. Bulletinul construcțiilor de mașini (trad. I.D.T.) nr.3/1958 p.91.
16. Bilik S.M. - Necorecția cilindrilor și scăparea gazelor în cartanul motorului. Bulletinul construcțiilor de mașini (trad. I.D.T.) nr.12/1958 p.10
17. Nebesca Gh. și colab - Influența gradului de uzură a motorului asupra economicității autoturajului. Rev. transporturilor nr.11/1963 p.509 - 512.
18. Hănoșari I. - Dependența forței de echilibrare de viteza de tăiere și de secțiune a așchii și aspectul economic al așchierii la viteze mari. Rev. Metalurgia și construcția de mașini, nr.5/1959. p.398.
19. Hănoșari G.Ia - O nouă sculă abrazivă pentru hănoșare. Bulletinul Construcțiilor de mașini (trad. I.D.T.) nr.12/1956 p.96
20. Hănoșari A.I - Suprafațarea în cazul oscilării cu frecvență mărită a secunțiilor abrazive. Rev. Mașini unelte și scule v.15 nr.3/1964 p.191-193.
21. Hănoșari R. - Utilizarea materialelor ceramice pentru scule. Bul. Progresul metalelor prin așchiere, nr.1 1972, p.18.

22. Căgîrîa A.I. - Tehnologia construcției de mașini. Trad. din limba rusă. Edit. Tehnică București.
23. Jansen Gb. - Influența tensiunilor interne din suprafața de lucru a cilindrilor motoarelor cu ardere internă asupra procesului de uzură. Rev. Construcții de mașini, nr.4/1972 p.467.
24. Cepovețkii I.H și colab. - Honegovanie țilindrelor și șotunilor din țelulie în bruckani în sinteticocșkîh almanșev. Vest. maș. nr.3/1965 p.53 - 56.
25. Cepovețkii I.H și colab. - Șeplovie ișvlenîia pri almanșev și ștrucîvren honegovanîi. Ștanci și instrument, nr.12/1966 p.30 - 36.
26. Cepovețkii I.H și colab. - Almanșev honegovanîe bruckani în perîetel șvîanșev. Ștanci și instrument nr.2/1971 p.24
27. Cepovețkii I.H și colab. - Honegovanîe almanșevîi elastîcîvînîi bruckani. Vestnik mașinostroenîa, nr.11/1970 p.61 - 63.
28. Cepovețkii I.H și colab. - Honegovanîe bruckani în sinteticocșkîh almanșev (opîit GAZ a). Ștanci și instrument nr.2/1966 p.29 - 31.
29. Chîgîa A.I. - Șerșetări asupra unor probleme referîtoare la cîmîșîle de cîlîndru pentru motoare șîșel din țelulie cu țrafîit șotulîar. Rev. Metalurgîa și construcția de mașini, nr.1/1960 p.32 - 36.
30. Cejansou G. - Consumul pișcelor de șchîab și pendera lor în prețul de cost al reparațiilor. Rev. Mecanîșev și electr. agrîculturîi nr.11/1967 p.3
31. Celîșev A. - Șecundîțîonarea pișcelor metodelî importantă de reducere a prețului de cost al reparațiilor. Rev. Mecanîșev și electrîficarea agr. nr.5/1967 p.7
32. Cînguleț I.I. - Vîlîanșev vîșușevîanșevîi colobanîi bruckanî în prețev honegovanîi. Ștanci și instrument, nr.12/1965 p.8 - 9.

35. Ouz A.I
- Metodele lucrării practice. Irat Published 1989. Copyright Machinery Publishing Co I Ltd.
36. Gremeni F.I. și colab.
- Absorbția șocului. Inf. Inginerescă Leningrad 1987.
37. Gremeni F.I. și colab.
- Efectele vibrațiilor din mașini și agregate electrice. Rev. Ingin. nr.6/1975 p.73
38. Ouzon F. și colab.
- Caracteristicile dinamice ale mașinilor. Rev. Ingin. și construcții de mașini nr.1/1987.
39. Dantelino A.II și colab.
- Influența factorului tensiv asupra preciziei prelucrării la strunjire cu cutite amare cu metal dur. Buletinul construcțiilor de mașini (trad. I.D.F) nr.10, 1979 p.53.
40. Dantelino L.A
- Despre eroarea cilindrului motorului ZIL 130 și GAZ 53 după repararea șocului. Buletinul construcțiilor de mașini (trad. I.D.F) nr.2/1975 p.46.
41. Dantelino L.A. și colab.
- Variația caracteristicilor suprafeței active a cilindrului motorului cu șocuri interne în cursul rotărilor. Buletinul construcțiilor de mașini (trad. I.D.F) nr.12/1975 p.55.
42. Diacovo F.I și colab.
- Calitatea suprafețelor la prelucrarea metalică prin șchiere. trad. din limbă rusă. Edit. Tehnică Buc. 1978.
43. Diacovo F.E
- Despre lupta contra uzurii mașinilor. Buletinul construcțiilor de mașini nr.7/1970 p.44 - 49.
44. Dinglinger H. și colab.
- Prelucrarea șurtilor alinate. Rev. Construcții de mașini. Colecție selectivă I.D.F nr.7/1977 p.9

43. Drisav N.I
și colab. - Noul mod de reparare a detalei tip
ghilis pe benză. Veet. uss.
nr.8/1972, p.49 - 50.
44. Dobos I. și colab. - Analiza statistică a avarțiilor de
rugozitate. Rev. Transporturilor 12 nr.7/
1965 p.273 - 277.
45. Dobos P. - Etanșarea de înaltă precizie. Cit. teh.
București 1970.
46. Dragan D. și colab. - Cu privire la influența rugozității supra-
fețelor asupra comportării organelor de
mașini. Rev. Construcții de mașini nr.10
1966 p.591 - 596.
47. Dragan A.P și colab. - Influența poziției tălășului cutitelor de
stranjit interior asupra stabilității lor
la vibrații. Rev. Mașini unelte și scule
nr.3/1963 p.161.
48. Drăghici Gh.
și colab. - Studii privind îmbunătățirea calității
cămășilor de cilindri ale motoarelor de
autovehicule. Buletinul Inst. Polit. Brașov
Seria mecanică vol. XI 1969 p.301 - 307.
49. Drăghici Gh.
și colab. - Contribuții la calculul durabilității sou-
lei și regimului de schimbare. Buletinul
Inst. Politehnic Brașov, vol. X 1968 seria A
mecanică, p.303.
50. Drăghici Gh.
și colab. - Studii privind precizia geometrică, dimensională
și a calității suprafeței active la pre-
lucrarea cămășilor de cilindri ale motoru-
lui de tractor. Rev. Construcții de mașini
nr.3/1967 p.121 - 130.
51. Drăghici Gh.
și colab. - Studii asupra îmbunătățirii calității că-
mășilor de cilindri ale motoarelor de
autocamioane și tractoare. Rev. Construcții
de mașini nr.5/1970 p.268-270.
52. Drăghici N.
și colab. - Metode pentru reducerea uzurii segmentilor
și cilindrilor motoarelor cu ardere inter-
nă. Rev. Construcții de mașini nr.4/1965
p.195-198.

53. Dracbe H. - Experiințe practice la folosirea cuțitelor de strung cu plăcuțe din materiale ceramice. Rev. construcții de mașini. Caiet colectiv I.D.T. nr.22, noiembrie 1966 p.1261.
54. Duce Z. - Așchierii metalelor. Partea I. Tipografia Invățământului, București 1936.
55. Duce Z. - Teoria sculelor aşchietoare. Editura tehnică București 1937.
56. Duce Z. - Bazele teoretice ale prelucrărilor pe mașini unelte. Editura Didactică și ped. Bun. 1969
57. Duce Z. - Contribuții la problema determinării regimului optim de aşchiere. Rev. Metalurgie și construcția de mașini, nr.3/1956 p.8
58. Duce Z. - Indicații practice în legătură cu stabilirea regimului optim de aşchiere. Rev. Metalurgie și construcția de mașini, nr.4/1956 p.3.
59. Dumitrescu G. - Calculul forțelor de aşchiere la strunjirea longitudinală. Rev. Construcții de mașini, nr.3/1970 p.137.
60. Efremov V.V. - Repararea autoturajelor Vol.II Trad. din limba rusă Edit. tehnică București 1977.
61. Eliaser S. - Cuțite cu plăcuță din carburi metalice. Edit. tehnică București 1962.
62. Eliaser S. - Scule cu plăcuțe. Edit. tehnică Bun. 1969.
63. Baillan H. - Organizarea secțiilor specializate pentru rectificarea arborilor motor și aluzarea cilindrilor motor în atelierul SIA. Rev. Mecanizarea și electr. agric. nr.10/1975 Anul XVIII, p.3.
64. Rucbe St. - Proiectarea și tehnologia sculelor aşchietoare. Edit. didactică și ped. București 1973.
65. Rucbe St. - Calitatea suprafețelor prelucrate. Edit. tehnică București 1966.
66. Rucbe St. - Tehnologia acuzării sculelor aşchietoare. Edit. tehn. București 1963.

67. **Enache St.** - Tehnologia acouțirii și netezirii sculelor echipetoare. Vol.I și II. Edit. tehn. București 1973.
68. **Enache St. și colab.** - Tehnologia sculelor echipetoare. Edit. tehnică București 1964.
69. **Enache St. și colab.** - Așchiere și scule echipetoare (Instrucți pt. lucrări de laborator). Edit. didactică și ped. București 1967.
70. **Enache St.** - Cercetări ^{cu} privind la geometria optimă a ouștelor de finisare cu șanț de viri. Rev. Construcții de mașini nr.9/1969 p.567 - 574.
71. **Enache St. și colab.** - Contribuții la stabilirea legăturii dintre rugozitate și precizia dimensională la piesele strunzite cu regimuri de vâjzare diferite. Rev. Construcții de mașini, nr.11/1969 p.657 - 661.
72. **Enache St.** - Contribuții la studiul influenței microgeometriei și uzurii triângului sculei asupra rugozității suprafețelor prelucrate. Rev. Metalurgia și construcția de mașini nr.9/1962 p.325.
73. **Enache St.** - Utilizarea rațională a plăcuțelor de aiaj dur. Rev. Metalurgia și construcția de mașini nr.5/1957 p.38
74. **Enache I. și colab.** - Tehnologia de fabricație a pieselor de automobile și tractoare. Edit. didactică și ped. București 1963.
75. **Enache I. și colab.** - Tehnologia reparării utilajului agricol. Inst. Politehnic Brașov 1970.
76. **Enache I. și colab.** - Fabricarea și repararea automobilelor și tractoarelor. Universitatea Brașov 1971.
77. **Enache I. și colab.** - Supercotrul selectiv al pieselor în industria de automobile și tractoare. Bol. Inst. Politehnic Brașov, serie I mecanică vol. I 1969, p.509.

78. Mochin A.A și colab. - Prelucrarea prin lăcăș cu aşchieri cu liant organic. Rev. Maşini unelte și scule, nr.11/1954 p.49
79. Săpșez Io.S - O tehnică de fabricație cilindrică pentru prelucrarea pe mașinile-unelte aşchietoare. Rev. Maşini și instrument nr.4/1966 p.5 - 9.
80. Fotez A.O și colab. - Calculul regimurilor de aşchiere pentru prelucrarea pe mașinile-unelte aşchietoare. Rev. Prelucrarea metalelor prin aşchiere nr.10/1972, p.15.
81. Fejtes I și Iocuş V. - Contribuții la studiul influenței parametrilor cinematici în procesul de hărnărire. Rev. Construcții de mașini nr.2 1968, p.85 - 89.
82. Filonenko E.H. și colab. - Un nou dispozitiv de aşchiere în cazul strunjirii interioare de netezire. Rev. Maşini unelte și scule, nr.9/1963 p.58
83. Fischer H.I - Studiul teoretic asupra finisării suprafeței în funcție de geometria sculei și de avans. Rev. Prelucrarea metalelor prin aşchiere, nr.7/1971 p.29.
84. Florin G. - Metodele statistice de analiză a proceselor tehnologice și de control operativ al calității produselor în industrie. Rev. Metalurgia și construcții de mașini nr.1/1955 p.59 - 67.
85. Florin G. - Control operativ statistic al calității pe bază de măsurare. Rev. Metalurgia și construcții de mașini, nr.2/1955 p.42.
86. Florin G. - Control operativ statistic al calității pe bază de măsurare. Rev. Metalurgia și construcții de mașini nr. 4,5/1955 p.52.
87. Freghin I.S. și colab. - Hărnărire cu diamant a alezajelor în piese din oțel oțlit. Rev. Maşini unelte și scule, vol.15, nr.10/1964 p.630-634.

88. Fraghin I.S. - Evoluția tehnologiei ingineriei șililor cilindrici. Rev. Tractori și selihoshozi, nr.9 1971, p.40.
89. Fraghin I.S. - Remontarea cilindrilor de cilindri ale motorului de tractor cu segmente din pulbere de diamant sintetic. Mașini unelte și scule, nr.1/1984 p.48 - 51.
90. Fraghin I.S. - Remontarea cilindrilor motoarelor de tractor cu segmente din diamante sintetice și naturale. Mașini unelte și scule vol.36 nr.4/1985, p.203-208.
91. Fraghin I.S. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici krupnozernistai abrazivnii bruski. Stanki i instrument, nr.1/1970 p.21 - 34.
92. Fraghin I.S. - Almanah evoluției tehnologiei șililor cilindrici Rev. Stanki i instrument nr. 12/1986 p.26-29.
93. Fraghin I.S. - Metoda de lucru la șilii cilindrici prin metoda de lucru la șilii cilindrici. Rev. Vest. maș. nr.5/1969 p.44-47.
94. Fraghin I.S. și colab. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici de la șilii cilindrici la șilii cilindrici. Vest. maș. nr.3/1971 p. 77-79.
95. Fraghin I.S. și colab. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici de la șilii cilindrici la șilii cilindrici. Vest. maș. nr.11/1973 p.65.
96. Fridlender G.I. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici. Mașini unelte și scule nr.1/1986 p.85
97. Gavruta V.M. și colab. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici de la șilii cilindrici la șilii cilindrici. Vest. maș. nr. 12/1977 p.49
98. Geller Z.M. și colab. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici de la șilii cilindrici la șilii cilindrici. Rev. Stanki i instrument, nr.11 1973 p.29
99. Galifaid O.M. și colab. - Evoluția tehnologiei șililor cilindrici de la șilii cilindrici la șilii cilindrici.

- din honingovalinilor stadiilor de tocneti obrotivo-camini otvertii. Tekni i instrument nr.12/1973 p.3.
- 100. Georgescu G.S - Carte rectificatorului. Editura tehnica Bucuresti 1962.
- 101. Georgescu G.S - Instrumtor pentru abeliasrele necasice. Editura tehnica Bucuresti 1972.
- 102. Golubov N.P - Influenta diferitilor factori asupra netesimii suprafeței la strunjirea fontei. Bulstiniul constructiilor de masini trad. I.D.F. nr.1 1957 p.74.
- 103. Golubov N.P - Strunjirea rapida a fontei de mare rezistenta. Bulstiniul constructiilor de masini. Trad. I.D.F. nr.5/1958 p.60
- 104. Gorsetki N.I - Particularitatile desfigurarii procesului de hoinare a alezajilor. Bulstiniul constructiilor de masini - trad. I.D.F. nr.1/1961 p.72-75.
- 105. Gorsetki N.I - Cile de marire a eficientei hoinarii. Masini unalte si scule nr.1/1961 p.19 - 22.
- 106. Groth H. - Discurile abrazive si utilizarea lor. Masini unalte si prelucrasse metalelor nr.16/1968 p.929 - 937, I.D.F. Bucuresti.
- 107. Guskov B.S si colab. - Unare cutitelor si netesirea in cazul strunjirii interioare de netesire a buzelor de fonta de masini de alezat cu diamant. Masini unalte si scule, nr.8/1962 p.495.
- 108. Hartwig H. - Hiosegeometria suprafețelor prelucrate prin procedul hoinag. Constructii de masini (caset selectiv), nr.6/1956 p.35
- 109. Hols F.O - Studi asupra durabilității sculelor de epchiere. Constructii de masini. Caset selectiv I.D.F Bucuresti nr.3/1967 p.117.
- 110. Iacov A.I si colab. - Strunjirea rapida a fontei cu cutite ceramice. Bulstiniul constructiilor de masini, nr.10/1952, p.96.

111. Inscrisura P.I - Insecte poverimoti dretalei pri strabotke abrotivului instrumentai. MEXK, 1979.
112. Inscrisura P.I - Rectificarea rapida. Traducere din I. rusa I. D. T Bucuresti 1955.
113. Inscrisura P.I și colab. - Fovigenie insecte alifoveniță poverlinei și rețușă society abrotivne - alifoveniță instrumente. MEXK, 1972.
114. I. G. M. A. - Tehnologii de reparare a tractoarelor U-650 și U-651. Album cu fișe tehnologice I. D. T. București 1965.
115. Ilia S. M și colab. - Capete de hounit și capete de rotat de tip „noale”. Mașini unelte și scule, nr. 4/1957 p. 65.
116. Ionuț V. și colab. - Cercetări privind puterea consumată în procesul de hounire. Construcții de mașini, nr. 11/1967 p. 650 - 654.
117. Ionuț V. și colab. - Contribuții la studiul procesului de aşchiere și a variației presiunii specifice la hounire. Construcții de mașini, nr. 3/1968 p. 173 - 176.
118. Ionuț V. și colab. - Cercetări privind procesele termice la hounirea cilindrilor. Buletinul științific al Inst. Politehnic Cluj 1966 (9) p. 201-207.
119. Ionuț V. și colab. - Studii și cercetări asupra productivității șuncii la hounirea cilindrilor din fontă, cu scule abrasive de granulatie mijlocie și liant bachelitic. Buletinul științific al Inst. Politehnic Cluj, 1967 (10) p. 123-130.
120. Ionuț V. și colab. - Cercetări privind productivitatea de hounire cilindrilor cu bare abrasive de granulatie fină și mijlocie cu liant bachelitic. Buletinul științific al Inst. Polit. Cluj 1968 (11₁) p. 163 - 168.
121. Ionuț V. - Unelte rezultate privind cercetarea proceselor termice la hounire. Bul. științific al Inst. Polit. Cluj 1968 (11₂) p. 129 - 136.

122. Ioniț V. - Contribuții privind corectarea influenței regiunii de schimbare asupra temperaturii la hennire. *Buletinul științific al Inst. Polit. Cluj* 1970 (13) serie mecanică p.47 - 53.
123. Ioniț V. și colab. - Aspecte ale corectării abaterilor de formă la hennirea bușelilor cu pereți subțiri. *Rev. Studii și cercetări de mecanică aplicată*. Tom.30 nr.4/1971 p.933.
124. Ioniț V. - Încălțirea cilindrilor de cilindru de la motoarele de tractor, la recondiționările de finisare. *Rev. Studii și cercetări de mecanică agricolă*, vol.VI nr.3/1972 p.207-223.
125. Ioniț V. - Reglarea hennii la recondiționarea de finisare a cilindrilor de la motoarele de tractor. *Rev. Studii și cercetări de mecanică agricolă* vol.V nr.2/1971 p.159 - 171.
126. Ioniț V. - Cercetări privind corectarea abaterilor de la forma geometrică la recondiționarea cilindrilor de tractor. *Rev. Studii și cercetări de mecanică agricolă*, vol.IV nr.4/1970 p.353 - 372.
127. Ioniț V. și colab. - Corectarea abaterilor de la forma geometrică a cilindrilor de cilindru. *Rev. Studii și cercetări de mecanică agricolă*, vol.V nr.3/1971 p.263 - 279.
128. Ioniț V. și colab. - Bazele teoretice ale prelucrării pe mașini unelte. *Indrumător pentru lucrări de laborator*. Lite Inst. Politic Cluj 1970.
129. Ioniț V. - Însușirile proceselor hennire cu unelte tehnobotanice și la hennirea cu unelte tehnobotanice și la hennirea cu unelte tehnobotanice. *Teza de doctorat - Leningrad* 1966.
130. Ioniț V. și colab. - Tehnologia reparării utilajului agricol. *Indrumător pentru proiect de an și diplomă*. Inst. Politic Cluj 1973.

131. Iestkin V.I - Deformațiile termice ale sculelor profesionale la aşchierarea fontei. Buletinul construcțiilor de mașini. Trad. I.D.T. București nr.3/1957 p.6
132. Kocer V.A - Tokos toconie zscalennoo cuguna. Izv. "Maz." Moskva, 1953.
133. Kocer V.A - Alegerea criteriului de tocire a cuțitelor armate cu plăcuțe VK.2 și VK.3 în cazul strunjirii interioare de netezire a fontei. Mașini unelte și scule, nr.11/1959 p.47.
134. Kocer V.A - Pralnoabilitatea fontei oțelite cu ajutorul cuțitelor armate cu plăcuțe VK.2 și VK.3. Mașini unelte și scule, nr.7/1958 p.43.
135. Kocer V.A - Uzura cuțitelor cu plăcuțe mineralo-ceramice la strunjirea interioară de netezire a fontei. Mașini unelte și scule, nr.4/1957, p.63.
136. Kocer V.A - Uzura dimensională a cuțitelor armate cu plăcuțe VK.2 la strunjirea interioară de netezire a fontei. Mașini unelte și scule nr.4/1956 p.62
137. Kelenjerdze B.O - Influența proprietăților mecanice ale metalului asupra apariției vibrațiilor în timpul strunjirii. Mașini unelte și scule, nr.7/1958 p.33.
138. Kozubovskii Ia.M și colab. - Efectele vibrațiilor optime asupra rezistenței la îndoire. Vest. meş. nr.6/1969 p.47 - 51.
139. Klasin G.I - Calculul la rezistență al părții aşchietoare a sculelor. Rev. Mașini unelte și scule, nr.2/1958 p.9.
140. Knappe H. - Dispozitive de prindere hidraulice pentru mașinile speciale de prelucrare prin aşchiere. Construcții de mașini. Căut. selectiv I.D.T. nr.2/1967 p.84.

141. Kolov K.E - Probleme privitoare la precizia aşchierii
metalilor. Prod. în limba rusă IIR Buc.
1964.
142. Kolman K. - Criterii pentru alegerea claselor de rugo-
sitate în producţie de condiţiile impuse
suprafeţelor organelor de maşini. Construc-
ţii de maşini - Căştet selectiv - I.D.T.
Bucureşti nr.11/1960 p.24
143. Kondratov A.M. - Variaţia durabilităţii cuştilor în funcţie
de intensitatea vibraţiilor. Maşini unelte
şi scule, Vol.15 nr.9/1964, p.561 - 564.
144. Kozlov P.A - Apariţarea optimizării suprafeţelor în tre -
case. Calitatea suprafeţelor prelucrate.
145. Kotelnikov V.K - Alucare demontabile şi lame de strunjit
interior armate cu metal dur pentru preluc-
rarea carcavelor din fontă. Maşini unelte
şi scule nr.3/1957 p.58
146. Krizan I.S
şi colab. - Scule pentru maşini electrice de finită pre-
cizie. Maşini unelte şi scule, vol.16
nr.5/1965 p.321 - 325.
147. Kublanov V.L - Tipuri progresive tehnologice pro-
cese de robotizării ghidate şifonov. Rev.
Trectori şi utilajelor, nr.7/1968 p.50.
148. Kucina L.C - Instalaţii de strunjit interior stabile
la vibraţii pentru prelucrarea cuninşilor
lagărelor cu frecare lichidă. Maşini unel-
te şi scule nr.5, 1962 p.145.
149. Kudakov G.F - Metoda de robotizării stresivă înstru-
mentelor. Maşini, 1956.
150. Kudinov V.A - Înlăturarea vibraţiilor la strunjirea in-
terioară cu un port-ouţit în consolă.
Maşini unelte şi scule nr.12/1958 p.12
151. Kulikov S.I
şi colab. - Analiza stării spinării la bobot horingovă-
nă stăruv. Tănci i instrument nr.2/1958
p.6

152. Kuznetsov B.A - Noi construcții de scule echipate, aparate de măsurat și control. Mașini unelte și scule, nr.5/1953 p.1
153. Kuznetsov A.H și colab. - Vliyanie geometricheskikh parametrov sinteticheskikh slissenih zhenon na ii rezuliativnoye. Stanki i instrument nr.12/1964 p.28.
154. Lăzărescu I.D - Teoria echipării motalor și proiectarea sculelor. Edit.Didactică și pedagogică Buc. 1964.
155. Lăzărescu I.D - Calculul și construcția sculelor echipate. Editura tehnică București 1961.
156. Lăzărescu I.D - Influența parametrilor geometrici asupra profilului sculelor echipate. Rev.Metalurgie și construcții mașini nr.4/1958 p.301.
157. Lăzărescu I. și Ionuț V. - Contribuții în legătură cu desfigurarea procesului de hounire a aliajelor. Buletinul științific al Inst.Politehnice Cluj,1967 (10) p.141 - 145.
158. Lepăi S. - Repararea tractoarelor, automobilelor și mașinilor agricole. vol.I Lite Inst.Agronomic „T.Vladimirco” Craiova 1960.
159. Levenko G.P - Bloc de strunjit interior. Mașini unelte și scule, nr.11/1960 p.57.
160. Levenko A.H - Determinarea regiunii de echipare la strunjiri. Mașini unelte și scule, nr.12/1959 p.28.
161. Levin B.G. și colab. - Almesnoe hounovenie stverstii. Mașinostroenie - Leningrad 1969.
162. Losantov V.V - Rectificarea. Mașini și unelte de rectificat. Editura tehnică 1950.
163. Lurie G.B - Alegerea criteriului de durabilitate a discurilor abrazive în legătură cu condițiile de calitate a suprafeței. Buletinul construcțiilor de mașini. Trad.I.D.T. nr.8/1961, p.606 - 610.

164. Makarov A.D
și colab. - Variația uzurii dimensionale a cuțitelor
în funcție de frecența așezărilor. Re-
șini unelte și scule, nr.9/1968 p.557-566.
165. Macheleff și colab. - Utilizarea rațională a sculelor ameste cu
plăcuțe ceramice pentru rectificarea metale-
lor. Construcții de mașini. Căut selectiv
I.D.T. București nr.7/1961 p.400.
166. Manlov D.P.
și alții - Tehnologie construcției pieselor de auto-
mobile și tractoare. Trad. în limba rusă
Editura tehnică București 1955.
167. Malaga I. și colab. - Rectificarea. Vol. I și II. Editura tehnică
București 1950.
168. Nicșyșev P. - Griparea motoarelor cu ardere internă și
cificarea de prevenție. Construcții de ma-
șini. Căut selectiv, I.D.T. București nr.
5 1962 p.254.
169. Sibailov A.A - Rectificarea și hănilirea suprafețelor in-
terioare ale pieselor ameste. Anchetă
construcțiilor de mașini. Trad. I.D.T. Buc.
vol.13, nr.1/1962 p.64-71.
170. Nișin I.A - Dolgovecnoști dvigatelsi. Izd. Inženiro-
nie. Leningrad 1968.
171. Nișin I.A - Rezistența la uzură a pieselor motoarelor
de automobile și tractoare. Trad. în l.
rusă. I.D.T. București 1961.
172. N. S. C. S. - Catalog - Corpuri abrazive. Edit. tehnică
București 1963.
173. Noțoi B. - Aspecte ale precizării rugozității supra-
fețelor. Metalurgie și construcții de ma-
șini nr.11/1999 p.990.
174. Mallegalev H.H - Tronocni viventi osei spinelie ctance i
hănilnecogo otvertis. Trakti i instrument,
nr.5/1966 p.34 - 36.
175. Rău A. S. C. - Manualul inginerului mecanic. Tehnologie
construcțiilor de mașini. Editura tehnică
București 1978.

176. Petrescu S.J.
și colab.
- Monogromia metalurgică asupra aluziilor
instrumentelor. Rev. meq. nr.4/1968 p.
70 - 73.
177. Nicols M.
- Eficiența reconstrucției de ansambluri
și subansambluri centralizate în uzine
de reparații specializate. Rev. Mecanize-
ree și electr. ar. nr.7/1967 p.3
178. Nișevici A.I.
- Influența neregularităților suprafeței
asupra uzurii pieselor din motoarele de
tractor. Calitatea suprafețelor preluc-
rate. Trsf. din l. sud l. d. l. Buc. 1955 .
179. Nico C.
- Instrucțor pentru lucrările de laborator
la discipl. Tehnologia reparației utilaja-
jului agricol. Lito Inst. Polit. Timișoara
1969.
180. Niță I.
și colab.
- Curs de tehnologia reparației utilajului
agricol, vol. I și II. Lito Inst. Polit.
Timișoara, 1970.
181. Niță I.
- Contribuții la mărirea duratei de func-
ționare a furcilor de semeri și arbori
de la mașinile agricole. Tese de docto-
rat, Inst. Polit. Timișoara. Facultatea
de Mecanică Agricolă 1973.
182. Niță I. și colab.
- Reconstrucționarea pieselor uzate în procesul
de reparare a tractoarelor. Rev.
Studii și cercetări de mecanică agricolă
vol. II nr.2-3, 1968.
183. Novikov A.D
- Studiul rezistenței la uzură a metalelor
dure V. K 2 și P 30 K4 în cazul prelucrării
fontei modificate. Mașini unelte și
scule nr.1/1958 p.42.
184. Păncioagi M.
- Strunjirea cu blocuri de cuțite la mașini
de aluzat orientate. Metalurgia și cons-
trucții de mașini nr.10/1975 p.36 - 42.
185. Păncuț V.J
- Forțele de spingere în cazul prelucrării
cu evadouri mari. Mașini unelte și scule
nr.10/1975 p.71.

186. Pashanov V.I - Interdependențe între parametrii de echipare. Buletinul construcțiilor de mașini. Trzi.I.D.T.București nr.7/1995 p.86.
187. Picoș C.și colab. - Tehnologia construcției de mașini (calculul adămurilor de prelucrare). Edit. didactică și ped.București 1964.
188. Picoș C. - Tehnologia construcției de mașini (Regimuri de echipare) vol.I Institutul Politehnic Iași 1970.
189. Picoș C.și colab. - Tehnologia construcției de mașini (regimuri de echipare)vol.II. Inst.Politehnic Iași 1971.
190. Picoș C.și colab. - Calculul adămurilor de prelucrare și al regimurilor de echipare. Edit.Tehn. București 1970.
191. Picoș C. - Tehnologia construcției de mașini. Edit.Didactică și ped. București 1970.
192. Ponomarev A.D și colab. - Calculul de rezistență în construcția de mașini. Vol.I. trad.din l.rusă Edit.Tehnică București 1960.
193. Ponomarev A.D și colab. - Calculul de rezistență în construcții de mașini, vol.II. trad.din l.rusă Edit.Tehnică București 1963.
194. Ponomarev A.D și colab. - Calculul de rezistență în construcția de mașini, vol.IV. trad.din l.rusă Edit.Tehnică București 1964.
195. Popinescu N.G. și colab. - Contribuții în problemele legăturii dintre rugozitate, precizie de prelucrare, dimensiune, clase de precizie și funcționare în construcția de mașini. Studii și cercetări de mecanică aplicată. Tomul XII, nr.2 1961 p.323.
196. Popov N.P.și colab. - Cu privire la parametrii geometrici ai oușitelor asnet cu plăcuță cu carturi metalice. Studii și cercet.de mec.aplicată Tom VIII nr.2/1997 p.423

197. Popov H.P și colab. - Despre regimul optim de aşchiesc cu cuţite de strung asete cu plăcuțe din carburi metalice. Studii și cercetări de mecanică aplicată. Tom VIII nr.3/1957 p.915.
198. Popov H.P și colab. - Rezistențe la uzură a sculei în funcție de geometria sculei. Studii și cercet. de mec.aplicată Tom. 4 anul XI/1960 p.983.
199. Popov.H.P și colab. - Geometria sculei aşchietoare pentru prelucrarea otelurilor carbon. Studii și cercet.de mecanică aplicată 6 Anul XII 1961 p.1577.
200. Popov H.P și colab. - Influența feței și a renii de recordare asupra uzurii sculei aşchietoare. Studii și cercet.de mec.aplicată 1. Anul XIII,1962 p.203.
201. Popov H.P și colab. - Aupre regimurilor economice de strunjire a otelurilor carbon. Studii și cercet. de mec.aplicată 4. Anul XIII,1962 p.1641.
202. Popov H.P și colab. - Influența unghiurilor de aşchire asupra uzurii sculei aşchietoare. Studii și cercet.de mecanică aplicată.Tom XIV, nr.3/1963 p.641.
203. Popovici C.și colab.- Tehnologie construcției de mașini. Edit. didactică și ped. București 1967.
204. Popovici H.și colab.- Ghid pentru controlul statistic al calității produselor industriale. Editura Tehnică București 1973.
205. Redățchi V. - Probleme durabilității economice a sculelor aşchietoare în industria constructoare de mașini. Rev.Metalurgie și construcții de mașini nr.7/1953 p.43
206. Răducanu M.S - Aşchiesc cu discuri abrasive cu porozitate mare. Mașini unelte și scule,nr.12 1952 p.19 - 20.
207. Răducanu H. și colab. - Metode statistice de control curent al calității producției și al marelui

- 208. **Lucou H.**
și colab.

- procesului de producție. Metalurgia și construcții de mașini. Nr.11/1956 p.73.
- 209. **Medico S.G.**
și colab.

- Metode statistice de control curent al calității producției și al mersului procesului de producție. Metalurgia și construcții de mașini nr.1/1957 p.68
- 210. **Revs V.P.**

- Friconenie viscoelastică în analiza pri hringovenii axialelor stălei. Stanki i instrument, nr.12/1965 p.12 - 13.
- 211. **Rijov I.V.**
și colab.

- Influența elasticității sculei asupra operației vibrațiilor în cazul strunjirii interioare de metesime. Mașini unelte și scule vol.15, nr.5/1954 p.137 - 190.
- 212. **Rijov V.I.**
și colab.

- Deformațiile termice ale capitelor șurubilor cu plăcuțe de metal dur. Buletinul construcțiilor de mașini. Trud. I.D.F. Buc.nr.3/1963 p.226.
- 213. **Rijov V.I.**

- Scule pentru prelucrarea șurubilor de diametru mare. Mașini unelte și scule nr.3/1956 p.89.
- 214. **Rizkov B.B.**

- Precizia prelucrării la mașinile de alezaj. Mașini unelte și scule, nr.1/1956 p.77
- 215. **Rizkov B.B.**

- Precizia prelucrării la mașinile de alezaj. Mașini unelte și scule, nr.1/1956 p.77
- 216. **Rizkov B.B.**

- Stabilitatea dinamică a procesului de alezaj rapid. Mașini unelte și scule, vol.16 nr.2/1965 p.102 - 106.
- 217. **Rizkov B.B.**
și colab.

- Factorii care influențează calitatea suprafețelor la rectificare. Construcții de mașini. Colecț. selectiv I.D.F.nr.11/1958 p.27
- 218. **Rojitki B.V.**

- Aparat pentru controlul parametrilor geometrici ai sculelor sferice. Mașini unelte și scule, nr.8/1955 p.40
- 219. **Romantuk V.A.**

- Controlul automat al alezajelor în timpul hauririi. Mașini unelte și scule, nr.11/1958 p.23.
- 220. **Rudolf V.**

- Dispozitiv de prindere înălță de lucru. Construcții de mașini. Colecț. selectiv I.D.F. Buc. 1967, nr.4 p.235.

219. Salje I. - Deformațiile termice și rigiditatea mașinilor unelte. Construcții de mașini. Zălet selectiv I.D.F. București nr.20/1967 p.1053.
220. Isour L. - Scule pentru prelucrarea șturilor. Editura tehnică București 1966.
221. Isour L. - Optimizarea aștrilor de aşchiere. Tesa de doctorat. Inst.Politehnic București 1969.
222. Neviț Gh. și colab. - Stabilirea numărului optim de treceri la operația de strunjire pentru asigurarea preciziei geometrice. Zăletul științific și tehnic al Inst.Politehnic Timișoara, Vol.15(27), ans. 2/1968 p.453.
223. Neviț Gh. și colab. - Instrușii pentru lucrări de laborator. Tehnologie construcțiilor de mașini. Inst.Politehnic Timișoara, 1969.
224. Fălnic I. - Cu privire la efectul deformării determinate de temperatură asupra preciziei de lucru a mașinilor unelte. Construcții de mașini. Zălet selectiv I.D.F.București, nr.7/1967 p.367
225. Pecari Gh. - Influența granulității discurilor abrazive asupra caracteristicilor de aşchiere. Construcții de mașini nr.12/1972 p.721 - 725.
226. Pecari Gh. - Cercetări privind factorii de dependență și durității corpurilor abrazive. Construcții de mașini nr.8/1970 p.483 - 487.
227. Beckel V. - Aplicarea unui proces tehnologic pentru asigurarea rezistenței la uzură în fabricația de serie a cilindrilor din fontă și oțelurilor n. 35. Metalurgia și construcții de mașini, nr. 10/1955 p.37.
228. Seleșteanu Al. - Durata de viață a mașinilor. Metalurgia și construcții de mașini nr.1/1957 p.26.
229. Renco H.F. și colab. - Alunecare beningă prin vibrație stroboscopică a stălei. Cărbii și instrument nr.9/1968 p.31.
230. Reptilă R. - Cu privire la rugozitatea suprafețelor. Metalurgia și constr.de mașini nr.2/1958 p.126

231. Seretseanik Io.B
și colab.
232. Seretseanik Io.B
și colab.
233. Serghienko I.H
234. Smirnov A.F
235. Sobolevski C.I
236. Scholov S.P
și colab.
237. Scholov S.P
238. Scholovschi A.P
239. Scholovschi A.P
240. Stan D.A
241. Stănescu I.
și colab.
242. Stănescu I.și colab.
243. Stănescu I.
- Absențe beningvenite anodice în aliajuri de aluminiu. Stăki i instrument, nr.7/1967 p.5-6.
 - Absențe beningvenite de formarea aliajurilor de aluminiu. Stăki i instrument, nr.1/1969 p.21 - 22.
 - Dorn pentru strunjirea interioară. Mașini unelte și scule nr.12/1994 p.75
 - Balajii între precizie și calitate suprafețelor. prelucrate. Trad. din limba rusă. I.D.T. București 1955.
 - Din experiențe utilizării metalului dur B K.2. Mașini unelte și scule nr.3/1953 p.80.
 - Obroboțka detaiei abrazivului lucrului. Izv. Mașinostroenie Leningrad 1947.
 - Hărțirea aliajilor în piese din aliaje de aluminiu. Mașini unelte și scule vol.16 nr.4/1965 p.308 - 309.
 - Precizie prelucrării mecanice și metodele pentru măsurarea ei. Trad. din I. rusă Editura Tehnică 1954.
 - Baze științifice ale tehnologiei construcției de mașini. Vol.I. Trad. din I. rusă. I.D.T. București 1955.
 - Rezistența materialelor. Editura did. și pedagogică București 1967.
 - Proiectarea și construcția dispozitivelor. Edit. didactică și pedagogică București 1966.
 - Dispozitive pentru mașini unelte (Proiectare și construcții) Edit. tehnică București 1969.
 - Durabilitatea și necesarul de scule cu plăcuțe din aliaj dur. Artolușia și construcții de mașini, nr.2/1999.

244. Uscin G. - Distanța optimă dintre lagăre și rigiditatea stărilor a arborilor principali ai mașinilor unite. Prelucrarea metalelor prin aşchiere. Nr.9/1972 p.8 - 14.
245. Straişov V.A - Despre erorile formei geometrice a alezajelor în funcție de caracterul repartiției circumferențiale a dinților alezătorului. Construcții de mașini. Caiet selectiv I.D.T București nr.7/1966 p.412.
246. Sapiro S.M - Dispozitive de control activ la hounire. Mașini unite și scule nr.8/1961 p.516.
247. Sapiro S.M - Măsurarea diametrului alezajului în timpul hounirii. Mașini unite și scule nr.11/1979. p.44
248. Sapiro S.M - Tehnici forării otocrotite rotative ghidate pri houningovenii. Mașini și instrument nr.12/1965 p. 4-7.
249. Sangheev A.B - Normarea tehnicii în etelirile mecanice. Prod. din L.ued I.D.T București 1951.
250. Bontea C. ș.a - Experimentări privind realizarea unor plăcuțe aşchietoare din carburi metalice la uzina Electroputere Craiova. Construcții de mașini nr.6/1972 p.513.
251. Tache V. - Proiectarea și construcția dispozitivelor. Edit. didactică și pedagogică București 1954.
252. Tăpiloași I. - Procedul houning. O cale de îmbunătățire a calității reparărilor auto. Reviste Transporturilor nr.2/1962 p.67 - 70.
253. Teodorescu M. și colab. - Studii influenței regimurilor de aşchiere și a structurii materiei prime asupra rugozității suprafețelor prelucrate prin strunjire. Rev. Studii și cercetări de mecanică aplicată Tom 28 nr.4/1969 p.955.
254. Tiberiu A. și colab. - Studii experimentale al variației rugozității cilindrilor de la motorulele M 79 A în timpul rodajului, după reparăție capitală. Rev. transporturilor, 12 nr.2/1965 p.49 - 51.

255. Tomescu D. și colab. - Repararea utilajului agricol. Editura Agro-Silvică București 1965.
256. Tomescu D. și colab. - Tehnologia de doculare, reparare și montare a tractoarelor D-630, D-651. Edit. Agro-Silvică București 1968.
257. Tomescu D. - Criterii de stabilire a limitelor de uzură a pieselor de la tractoare și mașini agricole. Rev. Studii și cercet. de mecanică agricolă nr.1/1971 p.9-24.
258. Tomescu D. - Principali factori care influențează calitatea reparațiilor. Rev. Mecanizarea și electrificarea agriculturii nr.12/1970.
259. Tomescu D. - Metode noi de reconstrucționare a pieselor de tractoare și mașini agricole. Editura Agro-Silvică București 1965.
260. Trigger K.I. - Influența calitatii asupra uzurii oalei. Construcții de mașini. Caiet selectiv I.D.T București nr.14/1967 p.796.
261. Tripe H. - Rezistența materialelor. Editura didactică și ped. București 1967.
262. Tura C. - Tehnologie și calitate în fabricarea mașinilor și utilajelor. Editura Tehnică București 1975.
263. Ursu I. - Reconstrucționarea pieselor, metode de reducere a cheltuielilor de întreținere și reparații. Rev. Mecanizarea și electr. agriculturii nr.12/1970 p.23.
264. Veingstein B.N. - Optimalizarea conținutului aluminic în bronzul din bronzovaniis. Stanki i instrument nr.1/1971 p.24 - 25.
265. Vokner D.B. - Puti povipeniis prisveditelnoosti abrosivnoye instrumenta pri alifovanii. Izd. Mashinostroenie Moskva 1964 Leningrad.
266. Vasileu Ch. - Influența reparațiilor capitale asupra repartiției de compresione ale motoarelor de tractor. Rev. Studii și cercetări de mecanică agricolă nr.2/1967 p.95 - 101.

267. Vasiliu Gh. - Recondiționarea cilindrilor motorului # 21
Volga. Rev. Transporturilor 11 nr. 5/1964
p. 191 - 196.
268. Volochi N.I. - Prelucrarea metalelor prin rectificare. Trad.
din L. rusă. Editura Tehnică 1953.
269. Warburton D. - Măsurare pe scara industrială. Construcții
de mașini. Căut. selectiv I.D.F. București
nr. 10/1957 p. 23.
270. Werthing A.G. - Prelucrarea detalelor experimentale. Trad.
din L. engleză. Editura Tehnică Buc. 1959
271. Zetalevskii D.M. și colab. - Protecția vibraționară la mașinile v. mare
svobodin castot. Stanki i instrument nr. 6
1968 p. 19 - 21.
272. Esbarski I.S. - Un nou sistem de control activ la mașini.
Mașini unelte și scule nr. 9/1961 p. 579.
273. x x x - Amortisori reglabili ai vibrațiilor barelor
de aliaj. Prelucrarea metalelor prin
echilibrare nr. 7/1969. p. 39
274. x x x - Calitatea suprafețelor prelucrate. Trad.
din L. rusă I.D.F. București 1955
275. x x x - Corpuri abrazivi. Oficial de documentare
și publicații tehnice București 1968.
276. x x x - Scule echilibrare. Prelucrarea metalelor
prin echilibrare, nr. 6/1972 p. 33
277. x x x - Utilizarea plăcuțelor ceramice. Prelucra-
rea metalelor prin echilibrare, nr. 9/1972
p. 33.
278. x x x - Unirea cilindrilor și segmentelor la motoare
pe benză cu ardere internă. I.D.F. București
1959.

CUPRINSUL

	Pag.
INTRODUCERE	1
<u>PARTEA I</u>	
PROBLEMA SI SCURTARILE ASUPRA PRECISIONII DE RECONDITIONARE A CAMASILOR DE CILINDRU PRIN ALTELANE	4
CAPITOLUL I : CONDITIILE TEORICE PENTRU ALTELANELE DE CILINDRU	4
1.1. Condițiile de precizie impuse câștigilor de cilindru	4
1.2. Variația durității straturilor superfi- cial e alesejului	9
1.3. Variația parametrilor funcționali ai rotorului	10
CAPITOLUL II : STABILUL ACTUAL PE PLAN MONTIAL PRIVIND ALTELANEA DE RECONDITIONARE A CAMASILOR DE CILINDRU	12
CAPITOLUL III : CONSECINTELE TEORICE PRIVIND MAJOREA PRECIZIEI CAMASILOR DE CILINDRU PRIN ALTELANE	19
3.1. Influența deformărilor sistemului me- canic uneltă-dispozitiv-coulă-pieci supra preciziei dimensionale și ale formelor piesei prelucrate	19
3.1.1. Precizie dimensională piesei prelucrate	20
3.1.2. Conținutul alesejului	22
3.1.3. Calitatea alesejului	24
3.2. Influența uzurii machiei tăietoare a coulăului supra preciziei pieselor prelucrate	27
3.2.1. Influența parametrilor regimului de șchiere supra uzurii cou- lăului	29
3.2.2. Influența parametrilor geom- trici ai coulăului supra uzurii lor	33

3.2.3. Influența materialului sculelor cupre uzurii lor	39
3.3. Influența dispozitivelor	39
3.4. Influența forțelor de așchiere asupra deformațiilor elastice ale piesei pro- lucrate	42
3.4.1. Alesarea cu două cuțite dispuse simetric	42
3.4.2. Alesarea cu trei cuțite	47
3.4.3. Alesarea cu șase cuțite	52
3.5. Concluzii	55

CAPITOLUL IV. CERCETĂRI EXPERIMENTALE ALE PROCESULUI DE

ALEZARE A CARAMIDEI DE MELNITU	56
4.1. Metodologia și aparatură folosită	56
4.1.1. Aparatură folosită	56
4.1.2. Metodice experimentale	61
4.2. Rezultatele experimentale obținute	66
4.2.1. Precizie de formă a pieselor prolucrate	66
4.2.2. Productivitatea muncii	72
4.2.4. Măsurarea gradului de uzură al mașinii de oțet și înțelesul mai rațional al acesteia	74
4.3. Concluzii	75

PARTEA A II-a

STUDIUL ȘI CERCETĂRI ASUPRA PROCESULUI DE PRODUCTIONARE A CARAMIDEI DE MELNITU PRIN HORNIRE	78
--	----

**CAPITOLUL V : STUDII PRIVIND STADIUL ACTUAL AL PROCESULUI
DE HORNIRE**

5.1. Avantajele principale ale procesului de hornire	78
5.2. Căminul critic asupra actualului proces de hornire în producție	81
5.3. Caracteristicile principale ale procesu- lui de hornire	85

CAPITOLUL VI	: CERCETARI TEORETICE SI EXPERIMENTALE	
	ALTELUI MAJORA MAJIZILII PIASELOR	
	PRELUCRATE SI IN HONNIRE	89
6.1.	Maşini, dispozitive şi scule	
	folosite	89
6.1.1.	Maşina de hounise	89
6.1.2.	Dispozitiv de fixare la	
	hounise	90
6.1.3.	Scule folosite	91
6.2.	Influenţa preciziei specifice a seg-	
	mentşilor abscizivi asupra preciziei	
	de la forşii a pişecilor prelucraţi	
	prin hounise	91
6.3.	Influenţa lungimii de depaşire a	
	valorii „l_2” la capetele pişei pro-	
	lucraţi de către cogentaşii abscizivi.	94
6.3.1.	Influenţa valorii „l_2” asupra	
	absciziei de la forma cilindri-	
	că (conicitătes) a câmpşilor	
	de cilindru prelucraţi prin	
	hounise	95
6.3.2.	Influenţa valorii „l_2” asupra	
	absciziei de la forma circulară	
	(ovalitătes) a câmpşilor de	
	cilindru prelucraţi prin houn-	
	ise	98
6.4.	Capacitătes de corectare a absciziei	
	formei câmpşilor de cilindru în	
	funcţie de timpul necesar hounirii .	102
6.5.	Efectul numărului faşelor hounirii	
	asupra capacităţii absciziei preciziei	
	pişecilor prelucraţi la hounise . . .	104
6.6.	Capacitătes de corectare a absciziei	
	de la forma geometrică în funcţie de	
	abscizies de formă inişială	106
6.6.1.	Capacitătes de corectare a absc-	
	iziei de la forma cilindrică	
	în funcţie de abscizies de formă	
	inişială	106

	6.6.2. Capacitatea de corectare a ste- terii de la forma circulară în funcție de statură de formă inițială	108
CAPITOLUL VII :	CERCETARI TEORETICE SI EXPERIMENTALE PENTRU MĂRIMEA PRODUCTIVITĂȚII MUNCII LA PROCESUL DE HONNIRE	109
7.1.	Influența presiunii specifice a seg- menților stresivi asupra productivi- tății muncii la honnire	110
7.2.	Influența duratei procesului de ho- nnire „ τ ” asupra productivității muncii	114
7.3.	Influența vitezei periferice asupra productivității muncii în procesul honnirii	116
7.4.	Influența vitezei axiale de de- vino asupra productivității muncii în procesul honnirii	118
7.5.	Influența granulăției segmentelor stresivi asupra productivității muncii în procesul honnirii	119
CAPITOLUL VIII:	CERCETARI TEORETICE SI EXPERIMENTALE PENTRU MĂRIMEA RĂZVÂRLII SUPRAFEȚII PRELUCRATĂ PRIN HONNIRE	123
8.1.	Influența presiunii specifice a seg- menților stresivi asupra rugozității suprafeței honnrite	130
8.2.	Influența timpului de honnire asupra rugozității suprafeței honnrite	133
8.3.	Influența vitezei axiale de de- vino asupra rugozității suprafeței honnrite	134
8.4.	Influența vitezei periferice asupra rugozității suprafeței honnrite	137
8.5.	Influența granulăției segmentelor stresivi asupra rugozității supra- fețelor honnrite	139
8.6.	Concluzii	141

Concluzii generale	145
Recomandări	147
Contribuții personale	147
Anexa 1	150
Anexa 2	152
Anexa 3	155
Bibliografie	167
Caprișul	192

oooooooooooo