

OPTIMIZAREA PROCESULUI DE DANTURARE CU SCULA CUȚIT-ROATĂ

Conf. Dr. Ing. Ec. Vasile ȚIPLEA
Universitatea de Nord Baia-Mare, România

REZUMAT

Lucrarea abordează determinarea regimului de așchiere optim în cazul mortezării roților dințate cilindrice prin cercetare experimentală, utilizând o metodă practică, precisă și economică.

Lucrarea tratează influența regimului de așchiere asupra preciziei obținute la mortezarea danturii, influența regimului de așchiere asupra deformațiilor dornurilor portsculă și portpiesă, probleme ce nu au fost tratate în literatura de specialitate.

Cunoscând influența geometriei sculei asupra preciziei prelucrării și dezvoltând influența parametrilor tehnologici asupra preciziei, vom avea clarificate problemele mai importante legate de precizia mortezării danturii cilindrice cu scula cuțit-roată.

Din cercetările experimentale efectuate și ținând seama de unele considerații teoretice, rezultă că variația regimului de așchiere (V , Sc) influențează precizia roții dințate prelucrate, astfel că în fabricație, prin acest procedeu, acești parametri trebuie să fie luați în considerare.

Izvorâte din necesități practice, pe linia îmbunătățirii parametrilor funcționali ai unor utilaje tehnologice, s-au efectuat cercetări pe un mare număr de roți dințate (un lot de 2000 buc. $m = 4$ mm, $Z_1 = 11$ dinți și $m = 2,5$ mm, $Z_1 = 9$ dinți, material 13CN35), cu scula cuțit-roată clasa de precizie AA, $\alpha_d = 20^0$, material Rp3.

Mortezarea danturii s-a realizat pe o mașină de așchiere:

$V = 8,8; 11,0; 13,7; 17,6; 22,0; 27,5; 34,6$ m/min;

$Sc = 0,16; 0,20; 0,25; 0,32; 0,40; 0,50$ mm/cd.

Cercetările teoretice și experimentale, privind influența regimului de așchiere și implicit a deformațiilor dornurilor portsculă și portpiesă, sunt puține și acestea se referă la danturarea prin frezare.

Deformația dornului se poate calcula cu relația cunoscută din rezistența materialelor [1]:

$$f_{ds} = \frac{F \cdot l_{ds}^3}{3E \cdot I_z},$$

în care: F este forța ce acționează asupra dornului și produce deformația, l_{ds} - lungimea dornului ce suferă deformația (variabilă la sculă), E - modulul de elasticitate, I_z - momentul de inerție.

Pentru a aplica metoda determinării deformațiilor pentru toate tipurile de mașini-unelte, scule utilizate și roți dințate ce se fabrică, calculele analitice s-ar complica, așa de mult încât metoda ar deveni ineficientă și ar necesita abandonarea ei din punct de vedere al utilizării în producție.

Din considerentele teoretice menționate lucrarea aplică o metodă practică, precisă, economică pentru măsurarea deformațiilor dornurilor portsculă și portpiesă. În acest sens, s-a întocmit un lanț de măsură cu aparatura necesară ce asigură precizii de măsurare de $0,1 \mu\text{m}$, figura 1.

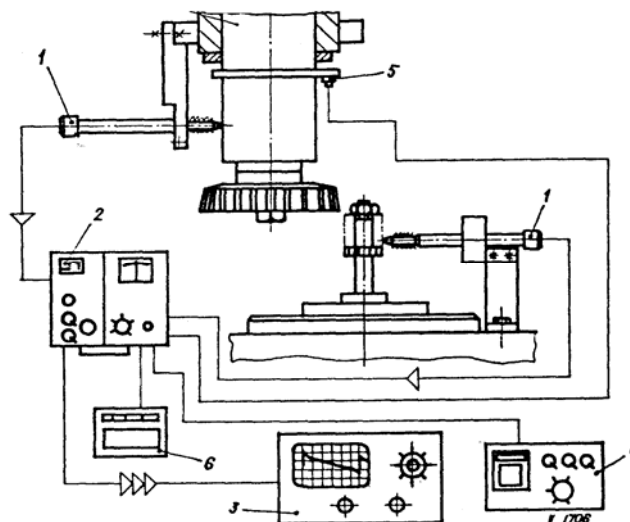


Fig. 1. Lanțul de măsură a deformațiilor:

1 – traductor de deplasare HBM tip W1T2, putere de separare 0,1, clasa de precizie 1%, 2 – amplificator de măsură HBM tip KWS 3072, apt pentru măsurarea cu traductoare rezistive și inductive, 3 – osciloscopul cu înmagazinare TEKTRONIX tip 434, 4 – OSILOGRAFUL VISIKORDER V.1706, 5 – accelerometru, 6 – voltmetru digital.

Pentru determinarea influenței regimului de așchiere asupra deformației dornului portsculă, s-au realizat un număr de 10 oscilograme pentru $V = 7,0; 8,8; 11,0; 13,7; 17,6;$

22,0; 27,5; 34,6 m/min și $Sc = 0,25$ mm/cd; iar pentru a determina influența avansului circular asupra deformației, s-au efectuat cercetări pentru $V = 27,5$ m/min și $Sc = 0,16; 0,25; 0,40$ și $0,50$ mm/cd, utilizând aparatura din figura 1.

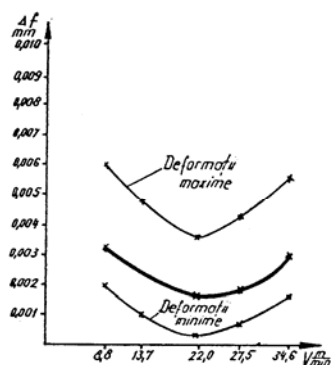


Fig. 2. Variația deformației dornului portsculă în funcție de variația vitezei de așchiere.

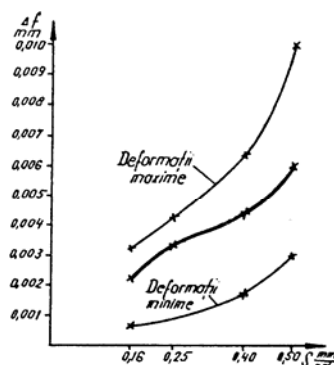


Fig. 3. Variația deformației dornului portsculă în funcție de variația avansului circular de așchiere.

Din analiza celor 10 oscilograme, rezultă că deformația dornului portsculă este influențată de viteza de așchiere – conform figurii 2 și în funcție de avansul de așchiere – conform figurii 3.

Din diagramele prezentate, se vede cum creșterea avansului influențează în măsură mai mare deformația dornului portsculă, decât creșterea vitezei.

Din analiza oscilogramei înregistrate (fig. 4), rezultă în mod experimental că forțele de așchiere, care produc deformațiile, sunt variabile și depind în mare măsură de secțiunea așchiei, problemă tratată până în prezent numai teoretic.

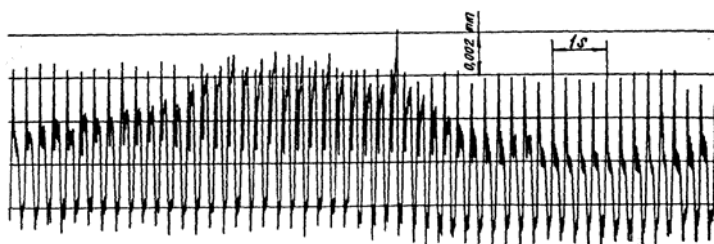


Fig. 4. Oscilograma deformației dornului portsculă realizată pentru regimul de așchiere $V = 27,5$ m/min; $Sc = 0,25$ mm/cd.

În general, variația deformației dornului portsculă este ciclică, repetându-se pentru fiecare dinte, având deformațiile maxime când secțiunea detașată a așchiei este maximă.

La grosimi de așchii mari, cuțitul intrând în așchie, la producerea șocului de ciocnire, scula se apropie de piesă; continuând așchiera, se îndepărtează, iar, după terminarea așchiei, se apropie din nou.

S-a determinat influența regimului de așchiere asupra deformației dornului de fixare a piesei, efectuându-se cercetări și măsurători complete, înregistrate în oscilograme, pentru $V = 7,0; 11,0; 22,0; 27,5$ m/min și $Sc = 0,16; 0,25; 0,32; 0,40; 0,50$ mm/cd.

În mod similar celor prezentate la deformația dornului portsculă, privind determinarea pe cale analitică a deformațiilor, și în acest caz determinarea prin calcul ar face metoda inefficientă – și aceasta datorită faptului că duritatea piesei diferă în diferite zone și de la piesă la piesă, grosimea adaosului de prelucrare nu este riguros constantă, uzura sculei în procesul de danturare evoluează etc., influențe ce nu pot fi ușor prinse în calcul. În acest caz, o posibilitate de a determina influența regimului de așchiere asupra deformației este metoda cercetării experimentale, prezentată în lucrare și care poate fi extinsă pe cale industrială.

Deformația dornului portpiesă s-a cercetat la o rotire cu un unghi de 230° (fig. 5).

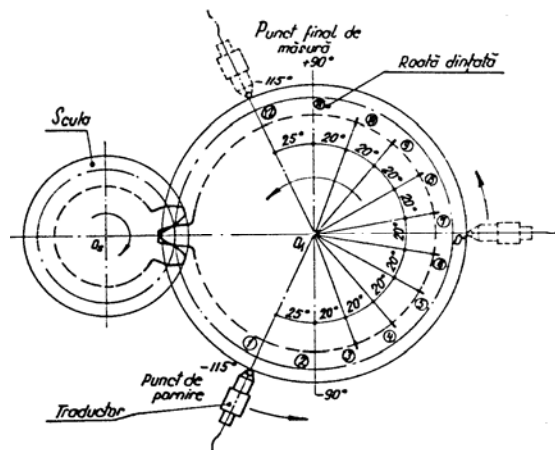


Fig. 5. Poziția traductorului la o rotire de 230° a roții dințate ce se prelucurează.

În figura 6 sunt prezentate deformațiile și sensurile lor, prin desfășurarea unei oscilograme realizată prin mortezarea cu $V = 27,5$ m/min și $Sc = 0,25$ mm/cd, regim optim determinat prin cercetări experimentale. Deformațiile sunt maxime la -70° și nu în planul axelor sculei cum se prezintă în literatură.

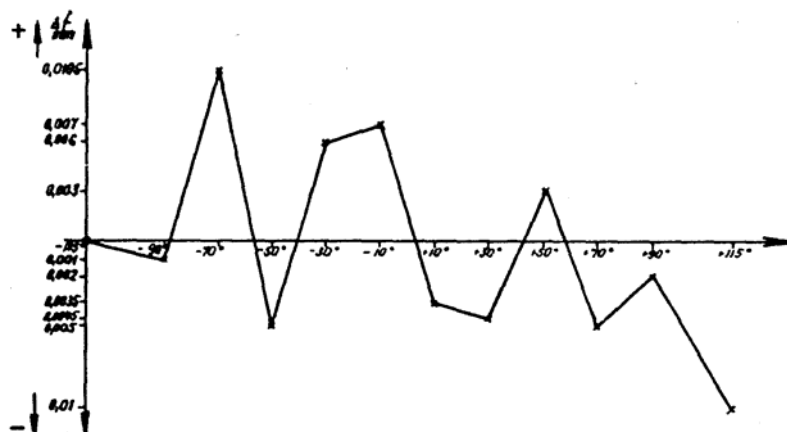


Fig. 6. Diagrama variației deformației dornului portpiesă.

În figura 7 mai apar două cazuri netratate până în prezent, și anume: figura 7-b – piesa și scula în timpul mortezării își păstrează poziția dinaintea de începerea așchierii și figura 7-c – piesa se apropie de sculă.

Cele trei poziții distincte ale piesei ce se prelucrează față de scula în așchiere, așa cum sunt prezentate în figura 7, pot să fie cumulate parțial sau total la o singură cursă a cuțitului-roată, lucru ce rezultă din analiza oscilogramelor deformării dornului portpiesă pentru o rotire de 230° .

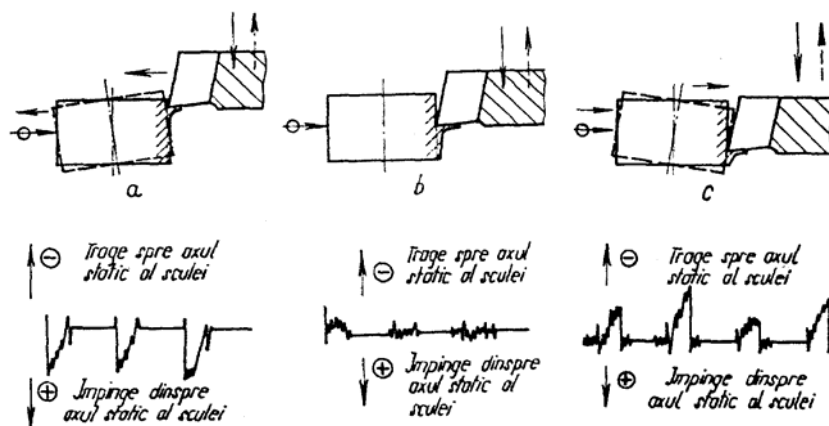


Fig. 7. Pozițiile reciproce posibile ale sculei și piesei în timpul mortezării danturii cilindrice: a – piesa și scula în momentul ciocnirii se îndepărtează, b – poziția normală, nedepusată în timpul așchierii, c – piesa și scula în momentul ciocnirii se apropie.

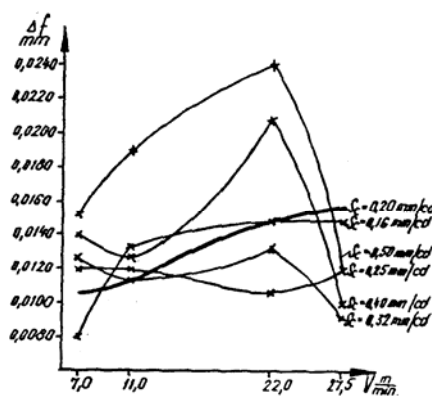


Fig. 8. Influența vitezei de așchiere asupra deformăției dornului portpiesă.

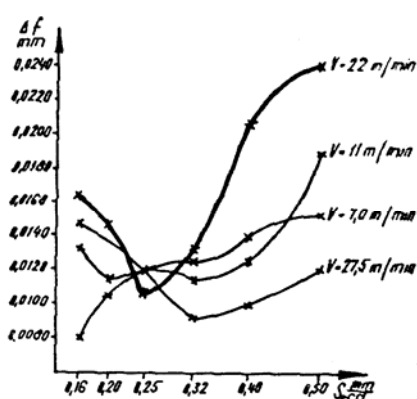


Fig. 9. Influența avansului circular de așchiere asupra deformăției dornului portpiesă.

Din analiza diegramelor prezentate în figurile 8 și 9, rezultă modul în care acționează diferitele valori ale regimului de așchiere asupra deformățiilor, având rezultate concrete de optimizare, verificare și în mod practic, stabilind viteza optimă de așchiere 22-27,5 m/min și avansul de 0,25 mm/cd [3].

Pentru a avea o imagine clară asupra comportării sculei în cursa sa, respectiv drumul în gol și în așchiere, am înregistrat pe aceeași oscilogramă, deformația dornului portpiesă și accelerația sculei (fig. 10). S-a utilizat sistemul tehnologic MDSP (fig. 1) prelucrând roți dințate cu $m = 2,5$ mm, $Z = 9$ dinți, $V = 13,7$ m/min, $S_c = 0,32$ mm/cd [4].

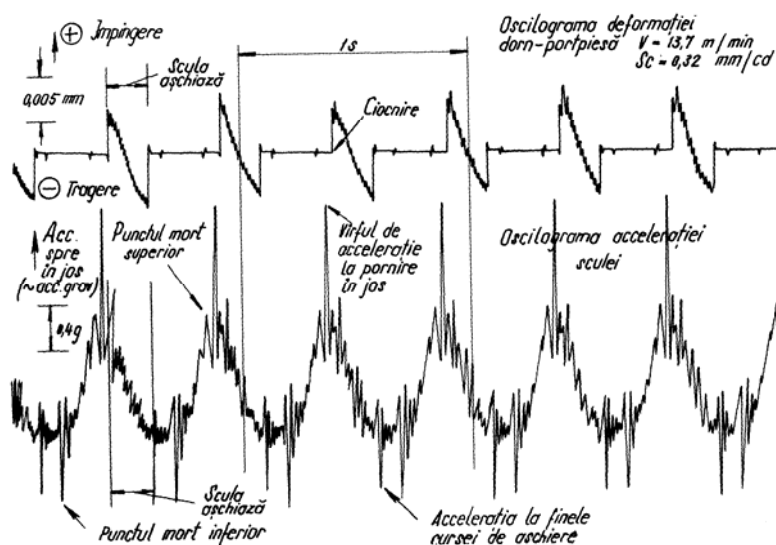


Fig. 10. Oscilograma deformației dornului portsculă și accelerației sculei pentru $V = 13,7$ m/min și $S_c = 0,32$ mm/cd.

Oscilografele deformației dornului portpiesă și accelerației, fiind realizate în aceleași condiții de așchiere, permit o cercetare complexă a procesului de mortezare și scot în relief momentul ciocnirii sculei cu piesa, problemă în care sunt mai multe păreri.

În concluzie în momentul ciocnirii sculei cu piesa, nu există o oprire instantanee așa cum rezultă în cazul frezării danturii cilindrice [2], ci se produce o mică oscilație vizibilă pe oscilogramă (fig. 10).

BIBLIOGRAFIE

- [1] Buzdugan, Gh. – Rezistența materialelor. București, Editura tehnică, 1958.
- [2] Pay, E. – Contribuții la determinarea influenței unor factori tehnologici asupra preciziei de danturare a roților dințate cilindrice cu dantură dreaptă, prin frezare cu freză melc modul. Teză de doctorat, Institutul Politehnic Cluj Napoca, 1969.
- [3] Țiplea, V. – Contribuții asupra optimizării procesului de prelucrare a danturii cilindrice cu scula cuțit-roată. Teză de doctorat. 1977.
- [4] *** Mașina de mortezat roți dințate cilindrice, TOS OH-6, Cehoslovacia.