

## ANALIZA METODELOR DE DETERMINARE A PARAMETRILOR REGIMULUI DE AȘCHIERE LA PRELUCRĂRILE MECANICE

### ANALYSIS METHODS FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF THE CUTTING REGIME IN MECHANICAL PROCESSING

Ion NAE

*Petroleum - Gas University of Ploiești  
Bdv. Bucharest, No. 39, 100680 Ploiești, ROMANIA  
E-mail: inae@mail.upg-ploiesti.ro*

**Rezumat.** În condițiile fabricației moderne, caracterizată prin utilizarea mașinilor-unelte cu comandă numerică, determinare valorilor parametrilor regimului de așchiere constituie un obiectiv legat direct de calitatea și costul fabricației. Metodele clasice utilizate pentru stabilirea valorilor parametrilor regimului de așchiere, prezintă un model constituit din relații analitice complexe, care necesită un volum mare de calcule, cu utilizarea frecventă a datelor obținute experimental. Lucrarea realizează o analiză între metodele utilizate pentru determinarea parametrilor regimului de așchiere.

**Cuvinte cheie:** regim de așchiere, proces de fabricație, calitate

**Abstract.** In modern manufacturing conditions characterized using numerical control machine tools, cutting regime determination parameter values are a direct target on the quality and cost of manufacture. Classical methods used to determine the parameter values of the cutting regime, presents a model consisting of complex analytical relationships, which requires a large amount of calculations, with frequent use of data obtained experimentally. This paper makes an analysis of methods used to determine the parameters of the cutting regime.

**Keywords:** cutting regime, manufacturing, quality

#### 1. ASPECTE GENERALE

Procesul tehnologic de prelucrare mecanică se inițiază și se dezvoltă pe baza unor condiții inițiale, ce trebuie să stabilească următoarele elemente: programul de fabricație, baza materială ce se pune la dispoziție, condițiile economice, condițiile sociale și cele de mediu (tabelul 1).

O importanță deosebită în conducerea unui proces tehnologic o reprezintă stabilirea valorilor parametrilor regimului de așchiere. Stabilirea valorilor parametrilor regimului de așchiere depinde de: tipul operației (strunjire, găurire, frezare, rectificare, rabotare etc.), materialul semifabricatului (oțel, aliaje de bronz, mase plastice etc.) și caracteristicile dimensionale ale prelucrării (lungimea, diametrul etc.), materialul și caracteristicile geometrice ale părții active ale sculei așchietoare [1] (plăcuțe din carburi metalice, plăcuțe mineralo-ceramice, tipul plăcuței, lungimea părții active, raza la vârf etc.), alte condiții de prelucrare (lichid de răcire-ungere etc.).

Parametrii regimului de așchiere se referă la [2]: viteza principală de așchiere  $v_c$  (m/min), avansul de lucru  $f$  (mm/rot), adâncimea de așchiere  $a_p$  (mm), la care se adaugă și

stabilirea altor elemente ale prelucrării mecanice – turația de lucru  $n$  (rot/min), puterea consumată  $P_c$  (kW), momentul de torsiune  $M_t$  (kN).

Parametrii regimului de aşchiere trebuie să satisfacă condițiile de eficiență economică a prelucrării mecanice, ceea ce conduce la stabilirea unui proces de optimizare a valorilor respective.

Tabelul 1

**Condiții inițiale de lucru**

Procesul tehnologic de prelucrare mecanică – condiții inițiale de lucru	
Criteriul	Descriere, caracteristici
Programul de fabricație	<p>Stabilește volumul producției ce trebuie asigurat și reprezintă factorul cantitativ care determină tipul producției (individuală, serie, masă).</p> <pre> graph TD     A[Tipuri de producție] --&gt; B[Producție individuală sau de unicate]     A --&gt; C[Producție de serie]     A --&gt; D[Producție de masă]     C --&gt; E[Mică]     C --&gt; F[Mijlocie]     C --&gt; G[Mare]             </pre>
Baza materială ce se pune la dispoziție	<p>Precizează semifabricatele, mașinile-unelte, utilajele, eventual SDV-urile disponibile.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipul semifabricatului (laminat, turnat, forjat, matrițat etc.)</li> <li>• Tipul materialului (oțel, fontă, aliaje neferoase etc.)</li> <li>• Rigiditatea semifabricatului (rigid, nerigid)</li> <li>• Forma geometrică (rotund, pătrat, disc, flanșă etc.)</li> </ul>
Condiții economice	Prin condiții economice se precizează dacă proiectarea se va efectua urmărindu-se asigurarea costului minim (cazul uzual) sau productivității maxime.
Condițiile sociale	Condițiile sociale se pot referi la soluționarea unor probleme majore privind forța de muncă, amplasarea întreprinderilor etc.
Condițiile de mediu	Condițiile de mediu se referă la impactul pe care îl are procesul tehnologic asupra mediului

Literatura de specialitate [2] recomandă relații de legătură dintre durabilitatea  $T$  (min) a sculei aşchietoare și parametrii regimului de aşchiere:  $v_c$  (m/min),  $f$  (mm/rot) și  $a_p$  (mm).

În acest context, metodele de stabilire a parametrilor regimului de aşchiere au evoluat, odată cu progresul tehnic realizat în construcția de mașini: mașini-unelte cu comandă numerică, centre de prelucrare, roboți de manevrare și de deservire, linii flexibile de fabricație, scule aşchietoare performante, regimuri de lucru intensive etc.

În practică, sunt utilizate trei metode pentru stabilirea parametrilor regimului de aşchiere: metoda analitică de calcul [2], metoda automată [3] şi metoda experimental-statistică, [4].

Lucrarea realizează analiza metodelor utilizate pentru determinarea parametrilor regimului de aşchiere, având ca obiective: exactitatea calculelor şi rapiditatea de lucru a metodei.

## 2. PREZENTAREA METODELOR UTILIZATE PENTRU DETERMINAREA PARAMETRILOR REGIMULUI DE AŞCHIERE

În continuare, se prezintă modul de determinare a valorilor parametrilor regimurilor de aşchiere prin cele trei metode utilizate în practică: metoda analitică de calcul [2], metoda automată [3] şi metoda experimental-statistică (de alegere a valorilor parametrilor regimului de aşchiere din catalog), [4].

*Metoda analitică de calcul* permite stabilirea valorilor parametrilor regimului de aşchiere pe baza unui algoritm ce utilizează relaţii analitice de calcul şi coeficienţi de lucru stabiliţi experimental.

Etapele de calcul ale metodei analitice sunt:

- a) Stabilirea schemei de aşchiere utilizate (strunjire cilindrică exterioară, interioară, conică).
- b) Alegerea caracteristicilor tehnice ale sculei aşchietoare (materialul părţii active, geometria părţii active, secţiunea corpului de prindere şi fixare etc.)
- c) Stabilirea adâncimii de aşchiere  $a_p$  (mm).
- d) Stabilirea avansului de lucru  $f$  (mm/rot).
- e) Determinarea vitezei principale de aşchiere  $v_c$  (m/min) (există în literatura de specialitate [2] relaţii de calcul care permit stabilirea vitezei de aşchiere pentru diverse scheme de aşchiere utilizate în practică).
- f) Determinarea turaţiei de lucru,  $n$  (rot/min).
- h) Determinarea puterii efective  $P_c$  (kW).

*Metoda automată.* Pentru stabilirea valorilor parametrilor regimului de aşchiere, întreprinderile din construcţia de maşini, au realizat, pe baza datelor proprii obţinute în domeniul prelucrărilor prin aşchiere, software specializat tip baze de date. Firma SANDVIK Coromant a elaborat un soft specializat CoroGuide [3] care permite stabilirea valorilor parametrilor regimului de aşchiere: viteza principală de aşchiere, turaţia efectivă de lucru, productivitatea prelucrării, puterea efectivă a maşinii-unelte, timpul de bază, rugozitatea suprafeţei prelucrate etc.

Etapele de lucru pentru obţinerea valorilor parametrilor regimului de aşchiere sunt:

- selectare domeniului de operare (prelucrare mecanică) – strunjirea, frezare, găurire etc.;
- selectarea schemei de aşchiere utilizate;
- selectarea caracteristicilor tehnice de lucru;
- determinarea (prin vizualizarea ferestrelor de dialog respective) a valorilor parametrilor regimului de aşchiere : adâncimea de aşchiere  $a_p$ , avansul de lucru  $f$ , viteza principală de aşchiere  $v_c$ , turaţia piesei  $n$ , puterea efectivă  $P_c$ .

*Metoda experimental-statistică* se bazează pe alegerea valorilor parametrilor regimului de aşchiere din cataloagele de scule aşchietoare, editate de diverse firme din domeniu [4]. Valorile parametrilor regimului de aşchiere (exprimate în general sub formă tabelară) au rezultat din prelucrarea statistică a datelor obţinute din experienţa uzinală.

### 3. APLICAȚIE

Aplicația propusă are ca obiectiv determinarea valorilor parametrilor regimului de așchiere pentru prelucrarea prin strunjire a unei suprafețe frontale. Se vor determina valorile parametrilor regimului de așchiere prin cele trei metode: metoda analitică de calcul, metoda automată și metoda experimental-statistică.

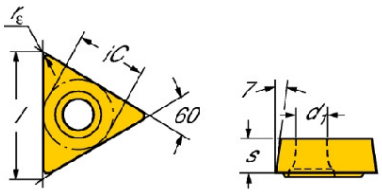
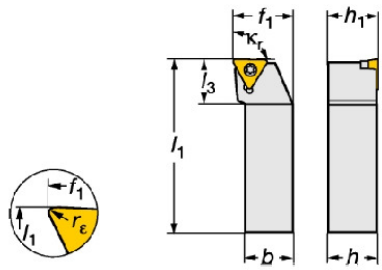

A) *Determinarea valorilor parametrilor regimului de așchiere prin metoda analitică de calcul*

Condițiile de lucru sunt prezentate în tabelul 2. Etapele de calcul ale metodei analitice sunt următoarele:

a) Stabilirea schemei de așchiere: strunjire frontală având dimensiunile caracteristice stabilite conform tabelului 2.

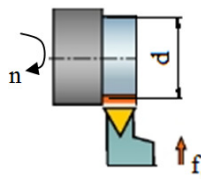
b) Alegerea caracteristicilor tehnice ale sculei așchietoare: cuțit frontal DIN 4977 ISO 5 (STAS 6382), având următoarele caracteristici:  $h \times b$  secțiunea corpului cuțitului ( $h \times b = 16 \times 16$  (mm));  $r$  – raza la vârf a sculei așchietoare,  $r = 0,8$  mm;  $\kappa_r$  – unghiul de atac principal;  $\kappa_r = 90^0$ ; plăcuță din carburi metalice cod ISO: 4025.

Tabelul 2

<b>Condiții de lucru</b>	
Caracteristicile semifabricatului	Material: 25CrMo4 – EN 10083
	HB = 260
	Diametrul de prelucrare $d = 50$ mm
	Lungimea de prelucrare $l_z = 50$ mm
Caracteristicile sculei așchietoare	Plăcuță din carburi metalice cod ISO: GC4025
	Unghiul de atac principal $\kappa_r = 90^0$
	
Sistemul de prindere al plăcuței: mecanic cu șurub	Dimensiunile corpului de prindere $b \times h = 16 \times 16$ mm
	
	
Caracteristicile mașinii-unelte	Strung normal SN 250
	Gama de turații: trepte
	Gama de avansuri: trepte
Parametrii regimului de așchiere	Adâncimea de așchiere: $a_p = 1,4$ mm
	Avansul de lucru $f = 0,14$ mm/rot

Analiza metodelor de determinare a parametrilor regimului de aşchiere la prelucrările mecanice

Schema de aşchiere	Strunjire cilindrică frontală cu avans radial $d = 50 \text{ mm}$
Utilizarea lichidului de răcire-ungere	Emulsie



- c) Stabilirea adâncimii de aşchiere:  $a_p = 1,4 \text{ mm}$ .  
d) Stabilirea avansului de lucru. Conform [2], mărimea avansului de lucru se recomandă:  $f = (0,1 \dots 0,2) \text{ mm/rot}$ , se adoptă:  $f = 0,14 \text{ mm/rot}$ .  
e) Determinarea vitezei de aşchiere. În cazul strunjirii frontale, viteza de aşchiere se determină cu relația [2]:

$$v = \frac{k_v \cdot C_v}{T^m \cdot a_p^{x_v} \cdot f^{y_v} \cdot \left(\frac{HB}{200}\right)^n} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \quad (\text{m/min}) \quad (1)$$

în care:  $k_v$  reprezintă coeficientul de corecție a vitezei [2]  $k_v = 1,16$ ;  $C_v$  – coeficient care depinde de caracteristicile materialului care se prelucurează și ale materialului sculei aşchietoare [2]:  $C_v = 280$ ;  $T$  – durabilitatea sculei aşchietoare [2]:  $T = 90 \text{ min}$ ;  $m, x_v, y_v, n$  – exponenți:  $m = 0,125$ ;  $x_v = 0,18$ ;  $y_v = 0,45$ ;  $n = 1,5$ ;  $K_1$  – coeficient care ține seama de influența secțiunii transversale a cuțitului [2]:  $K_1 = 1,044$ ;  $K_2$  – coeficient care ține seama de influența unghiului de atac principal [2]:  $K_2 = 0,66$ ;  $K_3$  – coeficient care ține seama de influența unghiului de atac secundar [2]:  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4$  – coeficient care ține seama de influența razei de racordare a vârfului cuțitului [2]:  $K_4 = 0,933$ ;  $K_5$  – coeficient care ține seama de influența materialului din care este confecționată partea activă a sculei aşchietoare [2]:  $K_5 = 1,0$ ;  $K_6$  – coeficient care ține seama de materialul de prelucrat [2]:  $K_6 = 0,9$ ;  $K_7$  – coeficient care ține seama de modul de obținere a semifabricatului [2]:  $K_7 = 1,0$ ;  $K_8$  – coeficient care ține seama de starea stratului superficial al semifabricatului [2]:  $K_8 = 0,9$ ;  $K_9$  – coeficient care ține seama de forma suprafeței de degajare [2]:  $K_9 = 1,0$ .

f) Determinarea turației de lucru. Turația arborelui principal al mașinii-unelte se determină cu relația [2]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad (\text{rot/min}) \quad (2)$$

în care:  $d$  reprezintă diametrul de prelucrare  $d = 50 \text{ mm}$ .

h) Determinarea puterii efective la strunjire. Puterea efectivă se determină cu relația [2]:

$$P_c = \frac{F_z \cdot v}{60000 \cdot \eta} \quad (\text{kW}) \quad (3)$$

în care:  $F_z$  reprezintă componenta principală a forței de aşchiere [2]:  $F_z = C_4 \cdot a_p^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot HB^{n_1}$ ;  $C_4$  – coeficient care ține seama de materialul de prelucrat și

materialul părții active a sculei așchietoare [2]:  $C_4 = 260$ ;  $\eta$  – randamentul mașinii-unelte [2]:  $\eta = 0,90$ .

Modelarea și calculul valorilor parametrilor regimului de așchiere s-a efectuat prin utilizarea software Mathcad (figura 1).

B) *Metoda automată.* Pentru stabilirea valorilor parametrilor regimului de așchiere, întreprinderile din construcția de mașini, au realizat, pe baza datelor proprii obținute în domeniul prelucrărilor prin așchiere, un software specializat tip baze de date. Firma SANDVIK Coromant a elaborat un software specializat CoroGuide [3]) care permite stabilirea valorilor optime de lucru pentru parametrii regimului de așchiere: viteza principală de așchiere, turația efectivă de lucru, productivitatea prelucrării, puterea efectivă a mașinii-unelte, timpul de bază, rugozitatea suprafeței prelucrate. Etapele de lucru pentru obținerea valorilor optime ale parametrilor regimului de așchiere sunt:

- stabilirea domeniului de operare (prelucrare mecanică) – strunjirea (fig. 2);
- selectarea schemei de așchiere utilizate – strunjire frontală (fig. 3);
- selectarea caracteristicilor tehnice de lucru (fig. 4);
- stabilirea valorilor pentru viteza principală de așchiere  $v_c$ , turația piesei  $n$ , lungimea de prelucrare  $l_z$ , puterea consumată  $P_c$  (fig. 5).

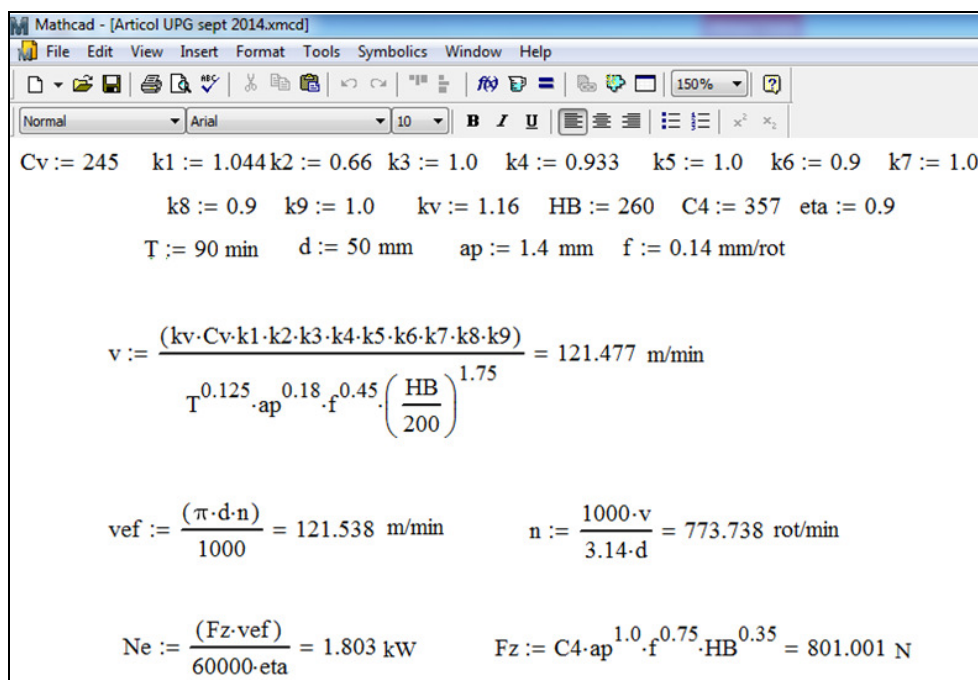


Fig. 1. Modelarea și calculul valorilor parametrilor regimului de așchiere.

## Analiza metodelor de determinare a parametrilor regimului de aşchiere la prelucrările mecanice

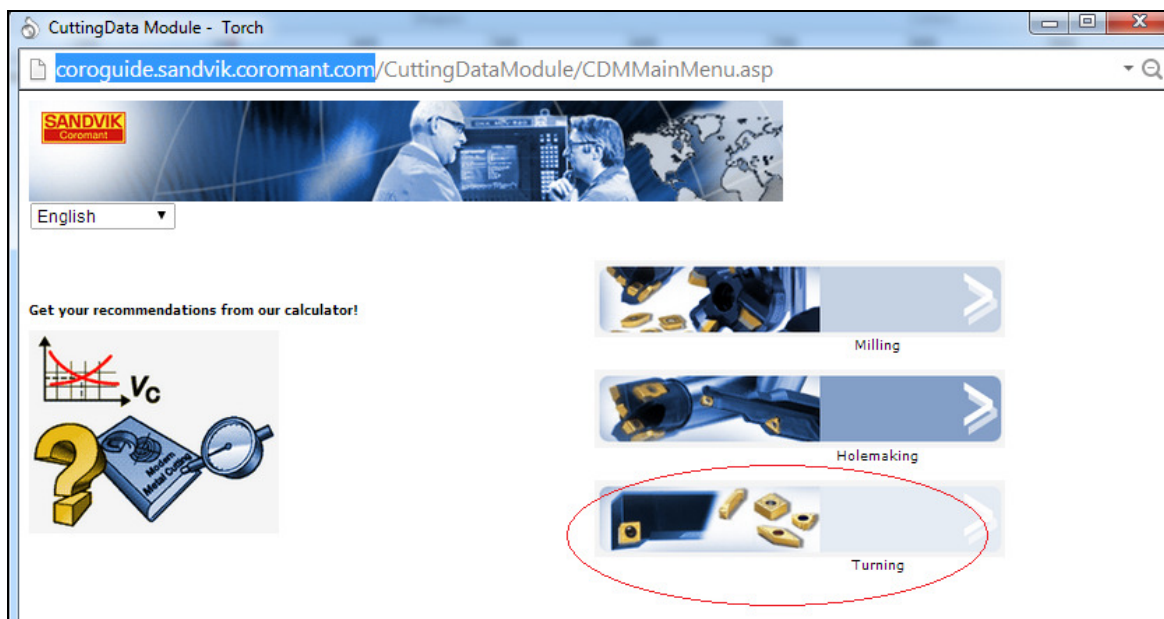


Fig. 2. Stabilirea domeniului de operare [3].

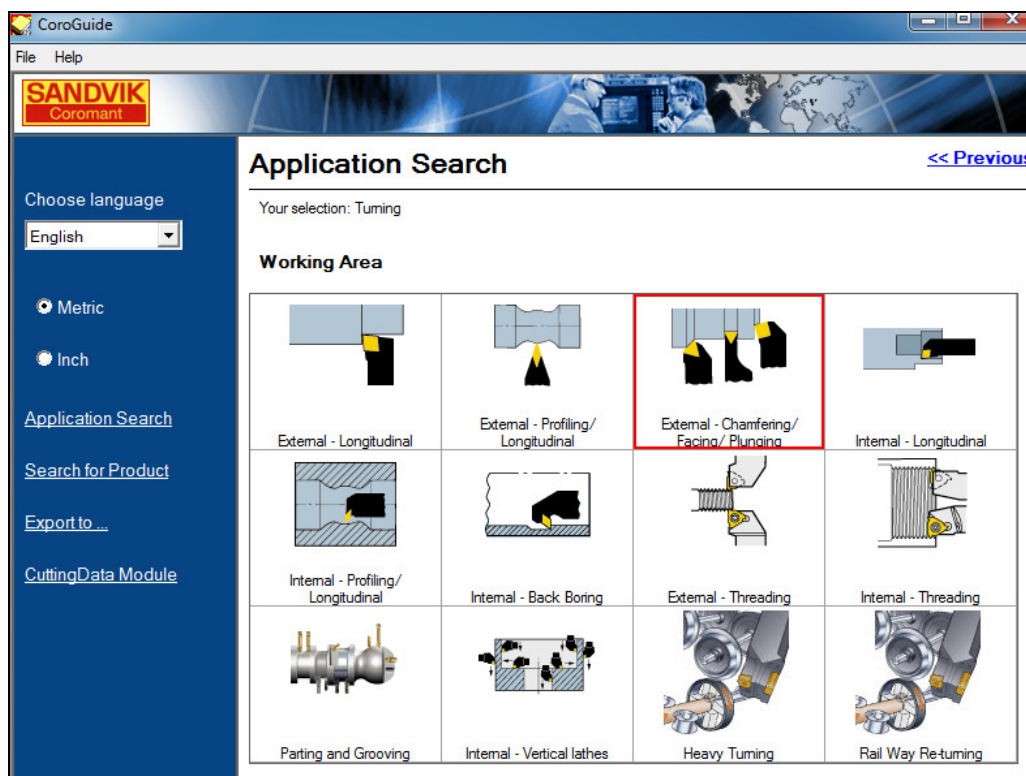


Fig. 3. Selectarea schemei de aşchiere utilizate [3].



Fig. 4. Selectarea caracteristicilor tehnice de lucru [3].

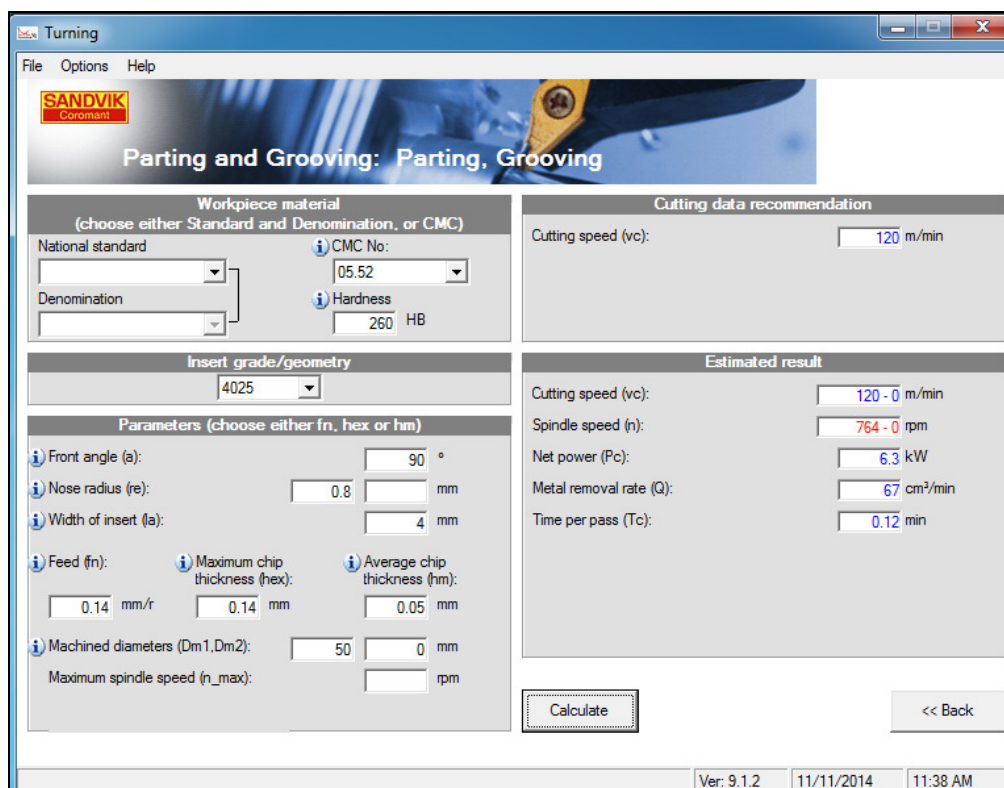


Fig. 5. Stabilirea valorilor pentru viteza principală de aşchiere  $v_c$ , turaţia piesei  $n$ , lungimea de prelucrare  $l_z$ , puterea consumată  $P_c$  [3].



## Analiza metodelor de determinare a parametrilor regimului de aşchiere la prelucrările mecanice

C) *Metoda experimental-statistică* se bazează pe alegerea valorilor parametrilor regimului de aşchiere din cataloagele de scule aşchietoare, editate de diverse firme din domeniu. Valorile parametrilor regimului de aşchiere (exprimate, în general, sub formă tabelară) au rezultat din prelucrarea statistică a datelor obţinute din experienţa uzinală.

Conform [4] pentru datele iniţiale stabilite prin cerinţele aplicaţiei studiate (tabelul 2), se obţin informaţiile referitoare la valorilor parametrilor regimului de aşchiere pentru operaţia de strunjire frontală prezente în tabelul 5.

Tabelul 5

**Valorile parametrilor regimului de aşchiere [4]**

Parametrii regimului de aşchiere	Materialul: oţel austenitic, HB = 260			
	Adâncimea de aşchiere: $a_p = 1,0 \dots 3,0$ mm			
	Avansul de lucru, $f$ , [mm/rot]	0,2	0,4	0,6
	Viteza principal de aşchiere: $v_c$ [m/min]	160	140	125
	Se utilizează lichid de răcire-ungere: emulsie			

Pe baza rezultatelor obţinute în cadrul aplicaţiei propuse, rezultatele sunt sistematizate în tabelul 6.

Tabelul 6

**Analiza comparativă a metodei de calcul analitice, metodei automate şi experimental-statistice în scopul determinării parametrilor regimului de aşchiere**

Nr. crt.	Operaţia	Metoda	$a_p$ [mm]	$f_a$ [mm/rot]	$v_c$ [m/min]	$n$ [rot/min]	Pc [kW]
1	Strunjire cilindrică exterioară	Analitică	1,4	0,14	121,7	773	6.51
2		Automată	1,4	0,14	120	764	1.8
3		Experimental-statistică	2,0	0,20	160	-	-

## 4. CONCLUZII

Alegerea regimului de aşchiere la operaţiile de prelucrare mecanică prin aşchiere se realizează în funcţie de condiţiile de lucru, materialul sculei aşchietoare şi al semifabricatului, precizie etc.

Lucrarea prezintă modul de determinare a valorilor parametrilor regimurilor de aşchiere prin cele trei metode utilizate în practică: metoda analitică de calcul, metoda automată şi metoda experimental-statistică (de alegere a valorilor parametrilor regimului de aşchiere din catalog).

Conform celor trei metode de determinare a valorilor parametrilor regimului de aşchiere, analizate în lucrare, se constată o corespondenţă foarte bună între metoda analitică de calcul şi metoda automată, respectiv o diferenţă relativ mare în comparaţie cu metoda experimental-statistică (tabelul 6). Diferenţa constatată poate fi explicată prin intervalele relativ largi pe care le prezintă metoda, referitoare la valorile parametrilor regimului de aşchiere.

Determinarea valorilor parametrilor regimului de aşchiere prin metodele două metode (metoda analitică şi metoda automată) arată corespondenţa dintre mărimile calculate (tabelul 6).

De asemenea, utilizarea metodei automate permite calculul rapid al valorilor parametrilor regimului de aşchiere faţă de metoda analitică care este mai laborioasă.

#### **BIBLIOGRAFIE**

- [1] \*\*\* <http://www.ttonline.ro/sectiuni/scule>
- [2] C. Picoş, ş.a., Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin aşchiere, Manual de proiectare, vol. I, Editura Universitas, Chişinău, 1992.
- [3] \* \* \* <http://coroguide.sandvik.coromant.com/>
- [4] \* \* \* Noi scule aşchietoare de la Sandvik Coromat- supliment la catalogul principal 2009, catalog de scule aşchietoare, 2010.