

DETERMINAREA PARAMETRILOR REGIMULUI DE AȘCHIERE LA OPERAȚIA DE STRUNJIRE

DETERMINATION OF CUTTING REGIME PARAMETERS ON TURNING OPERATION

Prof. univ. dr. ing. Ion NAE¹, Prof. univ. dr. ing. Nicolae GRIGORE²

^{1,2}Universitatea petrol-Gaze din Ploiești,
Bd. București, nr. 39, 100680 Ploiești, Romania
E-mail: inae@upg-ploiesti.ro¹, ngrigore@upg-ploiesti.ro²

Rezumat: *Lucrarea prezintă modul de determinare a valorilor parametrilor regimului de așchiere pentru operația de strunjire. Din practica curentă, stabilirea valorilor parametrilor regimului de așchiere comportă un algoritm de lucru laborios, cu calcule analitice complicate și de asemenea, utilizarea frecventă a informațiilor obținute experimental. Firma SANDVIK Coromant a elaborat un algoritm de calcul automat ce permite selectarea rapidă a parametrilor regimurilor de așchiere pentru diverse scheme de așchiere. Lucrarea realizează o comparație între algoritmul clasic de lucru – metoda analitică de calcul – și algoritmul de calcul automat, elaborat de firma SANDVIK Coromant.*

Cuvinte cheie: *proces tehnologic, calculul analitic, metoda automată*

Abstract: *The paper presents the manner of determining the values of the parameters of the splintering regime for the turning operation. In the current practice, the establishment of the values of the parameters of the splintering regime implies a laborious working algorithm with complicated analytical calculations and also, the frequent use of the information obtained by experimental means.*

The SANDVIK Coromant company developed an algorithm of automatic calculation which permitted the quick selection of the parameters of the splintering regime for various turning schemes. The paper makes a comparison between the standard working algorithm – the analytical calculating method - and the automatic calculating algorithm developed by the SANDVIK Coromant company.

Keywords: *process technology, analytical calculation, automatic method*

1. PROCESUL DECIZIONAL TEHNOLOGIC

Odată, cu trecerea la fabricația asistată de calculator, metodologia de stabilire a valorilor parametrilor regimului de așchiere s-a îmbunătățit în sensul utilizării unor programe de calcul automat ce utilizează diverse baze de date.

Procesul tehnologic ca parte a procesului de fabricație, reprezintă o succesiune ordonată de sisteme operaționale care implică o abordare decizională pe fiecare etapă de lucru în parte.

Ordonarea și prelucrarea informațiilor în sistemul tehnologic are ca scop final adoptarea unor decizii privind proiectarea, fabricația și controlul proceselor tehnologice.

În cadrul procesului tehnologic de execuție a unei piese, tehnologul formulează problema decizională pornind de la documentația de bază (desenul de execuție al piesei) și de la condițiile tehnice puse la dispoziție de către proiectant.

O etapă importantă în proiectarea procesului tehnologic de prelucrare mecanică o constituie stabilirea valorilor parametrilor regimului de așchiere.

Lucrarea prezintă modul de determinare a valorilor parametrilor regimului de așchiere pentru operația de strunjire. Se utilizează ca schemă de așchiere strunjirea cilindrică exterioară.

2. STABILIREA VALORILOR PARAMETRILOR REGIMULUI DE AȘCHIERE


2.1. Metoda analitică

a) Schema de așchiere utilizată: strunjire cilindrică exterioară având dimensiunile caracteristice, diametrul $d = \Phi 130 \pm 0,8$ mm și lungimea de așchiere, $L = 700$ mm. Tipul materialului ce se prelucrează este C45N conform EN 10083 (DIN 17200), iar operația de prelucrare mecanică este strunjirea de degroșare.

b) Alegerea sculei așchietoare: pentru prelucrarea suprafeței se utilizează cuțit lateral DIN 4980 ISO 6 (STAS 6381-80), având caracteristicile prezentate în tabelul 1 [1].

Tabelul 1

Caracteristicile sculei așchietoare

Denumirea sculei așchietoare	Schița sculei așchietoare	Caracteristici tehnice
Cuțit lateral DIN 4980 ISO 6 (STAS 6381-80)		<p>$h \times b$ reprezintă secțiunea corpului cuțitului; $h \times b = 32 \times 32$ (mm) L – lungimea cuțitului; $L = 150$ mm r – raza la vârf a sculei așchietoare; $r = 0,8$ mm α – unghiul de așezare; $\alpha = 5^\circ$ γ – unghiul de degajare; $\gamma = 5^\circ$ χ_r – unghiul de atac principal; $\chi_r = 90^\circ$ χ_r' – unghiul de atac secundar; $\chi_r' = 15^\circ$ Plăcuță P10, având grosimea de 10 mm. Material corp: OLC45</p>

c) Stabilirea adâncimii de așchiere: adâncimea de așchiere se adoptă: $a_p = 2,0$ mm.

d) Stabilirea avansului de lucru. Conform [2], mărimea avansului de lucru se recomandă: $f = (0,2 \dots 0,4)$ mm/rot. Conform gamei de avansuri a mașinii-unelte utilizate (strung normal SN 320, [3]) se adoptă: $f_a = 0,2$ mm/rot.

e) Determinarea vitezei de așchiere

În cazul strunjirii longitudinale, viteza de așchiere se determină cu relația [2]:

Determinarea parametrilor regimului de aşchiere la operaţia de strunjire

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot a_p^{x_v} \cdot f_a^{y_v} \cdot \left(\frac{HB}{200}\right)^n} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 =$$

$$= \frac{285}{90^{0,125} \cdot 2^{0,18} \cdot 0,2^{0,45} \cdot \left(\frac{148}{200}\right)^{1,75}} \cdot 1,04 \cdot 0,66 \cdot 1,0 \cdot 0,912 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 253,9 \text{ m/min}$$
(1)

în care: C_v reprezintă un coeficient care depinde de caracteristicile materialului care se prelucrează şi ale materialului sculei aşchietoare [2]: $C_v = 285$;

T – durabilitatea sculei aşchietoare [2]: $T = 90$ min;

m, x_v, y_v, n – exponenţi: $m = 0,125$; $x_v = 0,18$; $y_v = 0,45$; $n = 1,75$;

K_1 – coeficient care ţine seama de influenţa secţiunii transversale a cuţitului [2]:

$$K_1 = \left(\frac{q}{20 \cdot 30}\right)^{\xi} = \left(\frac{32 \cdot 32}{20 \cdot 30}\right)^{0,08} = 1,04 ;$$
(2)

q – suprafaţa secţiunii transversale a corpului cuţitului: $q = h \times b = 32 \times 32 \text{ mm}^2$ (conform tabelului 1) ;

ξ – coeficient care ţine seama de materialul de prelucrat [2]: $\xi = 0,08$;

K_2 – coeficient care ţine seama de influenţa unghiului de atac principal ($\chi_r = 90^\circ$) [2]:

$$K_2 = \left(\frac{45}{\chi_r}\right)^{\rho} = \left(\frac{45}{90}\right)^{0,6} = 0,66 ;$$
(3)

ρ – exponent în funcţie de natura materialului de prelucrat [2]: $\rho = 0,6$;

K_3 – coeficient care ţine seama de influenţa unghiului de atac secundar ($\chi'_r = 15^\circ$) [2]:

$$K_3 = \left(\frac{a}{\chi'_r}\right)^{0,09} = \left(\frac{15}{15}\right)^{0,09} = 1,0 ;$$
(4)

$a = 15$ pentru scule aşchietoare cu plăcuţe din carburi metalice [2];

K_4 – coeficient care ţine seama de influenţa razei de racordare a vârfului cuţitului [2]:

$$K_4 = \left(\frac{r}{2}\right)^{\mu} = \left(\frac{0,8}{2}\right)^{0,1} = 0,912 ;$$
(5)

r – raza de racordare a vârfului cuţitului: $r = 0,8$ mm (conform tabelului 1);

μ – coeficient care ţine seama de tipul prelucrării şi materialului de prelucrat [2]: $\mu = 0,1$;

K_5 – coeficient care ţine seama de influenţa materialului din care este confecţionată partea activă a sculei aşchietoare [2]: $K_5 = 1,0$;

Ion NAE, Nicolae GRIGORE

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 [3]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 253,9}{\pi \cdot 130} = 622,2 \text{ rot / min} . \quad (6)$$

Din gama de turații a mașinii-unelte (strung normal SN 320, [3]) se adoptă: $n_a = 590 \text{ rot/min}$.

g) Determinarea vitezei efective de așchiere

Viteza efectivă (reală) de așchiere se determină cu relația [3]:

$$v_{ef} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_a}{1000} = \frac{\pi \cdot 130 \cdot 590}{1000} = 254,1 \text{ m / min} \quad (7)$$

h) Determinarea puterii efective la strunjire

Puterea efectivă se determină cu relația [2]:

$$N_e = \frac{F_z \cdot v_{ef}}{6000 \cdot \eta} = \frac{1228 \cdot 254,1}{6000 \cdot 0,9} = 5,7 \text{ kW}, \quad (8)$$

în care: F_z reprezintă componenta principală a forței de așchiere [2]:

$$F_z = C_4 \cdot a_p^{x_1} \cdot f_a^{y_1} \cdot HB^{n_1} = 357 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 148^{0,35} = 1228 \text{ N}, \quad (9)$$

C_4 – coeficient care ține seama de materialul de prelucrat și materialul părții active a sculei așchietoare [2]: $C_4 = 357$.

i) Calculul timpului de bază

Timpul de bază se determină cu relația [4]:

$$t_b = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} \cdot i \text{ (min)}, \quad (10)$$

în care: l_1 reprezintă lungimea de intrare în așchiere [4]:

$$l_1 = \frac{a_p}{\text{tg } \chi_r} + (0,5 \dots 2) \text{ (mm)}; \quad (11)$$

l_2 – lungimea de ieșire din așchiere: $l_2 = (1 \dots 5) \text{ mm}$; l – lungimea efectiv prelucrată;
 i – numărul de treceri.

Înlocuind datele cunoscute, în relația (10), se obține:

Determinarea parametrilor regimului de aşchiere la operaţia de strunjire

$$t_b = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i = \frac{700}{590 \cdot 0,2} \cdot 1 = 5,93 \text{ min.} \quad (12)$$

Valorile calculate ale parametrilor regimului de aşchiere cu ajutorului programului Mathcad sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Stabilirea valorilor parametrilor regimului de aşchiere

$C_v := 285$ $k_1 := 1.04$ $k_2 := 0.66$ $k_3 := 1.0$ $k_4 := 0.912$ $k_5 := 1.0$ $k_6 := 0.9$ $k_7 := 1.0$
 $k_8 := 0.9$ $k_9 := 1.0$
 $T := 90$ $a_p := 2.0$ $f := 0.2$ $HB := 148$ $C_4 := 357$ $\eta := 0.9$ $D := 130 \text{ mm}$

$$v := \frac{(C_v \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot k_8 \cdot k_9)}{T^{0.125} \cdot a_p^{0.18} \cdot f^{0.45} \cdot \left(\frac{HB}{200}\right)^{1.75}} = 253.99 \text{ m/min} \quad n := \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = 622.22 \text{ rot/min}$$

$$v_{ef} := \frac{(\pi \cdot D \cdot n)}{1000} = 254.119 \text{ m/min} \quad F_z := C_4 \cdot a_p^{1.0} \cdot f^{0.75} \cdot HB^{0.35} = 1.228 \times 10^3 \text{ N}$$

$$N_e := \frac{(F_z \cdot v_{ef})}{60000 \cdot \eta} = 5.777 \text{ kW}$$

2.2. Metoda automată

Pentru stabilirea valorilor parametrilor regimului de aşchiere s-a utilizat un soft specializat tip baze de date (elaborat de firma SANDVIK Coromant CoroGuide [5]) care permite stabilirea valorilor optime de lucru pentru: viteza principală de aşchiere, turaţia efectivă de lucru, productivitatea prelucrării, puterea efectivă a maşinii-unelte, timpul de bază, rugozitatea suprafeţii prelucrate.

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

- stabilirea operaţiei de prelucrare mecanică - strunjirea (fig. 1);
- selectarea schemei de aşchiere utilizate (fig. 2);
- selectarea formei şi a caracteristicilor plăcuţei aşchietoare (fig. 3);
- stabilirea valorilor pentru avansul de lucru f , viteza principală de aşchiere v_c , turaţia piesei n , lungimea de prelucrare L , puterea consumată P_c , timpul de bază t_b (fig. 4).

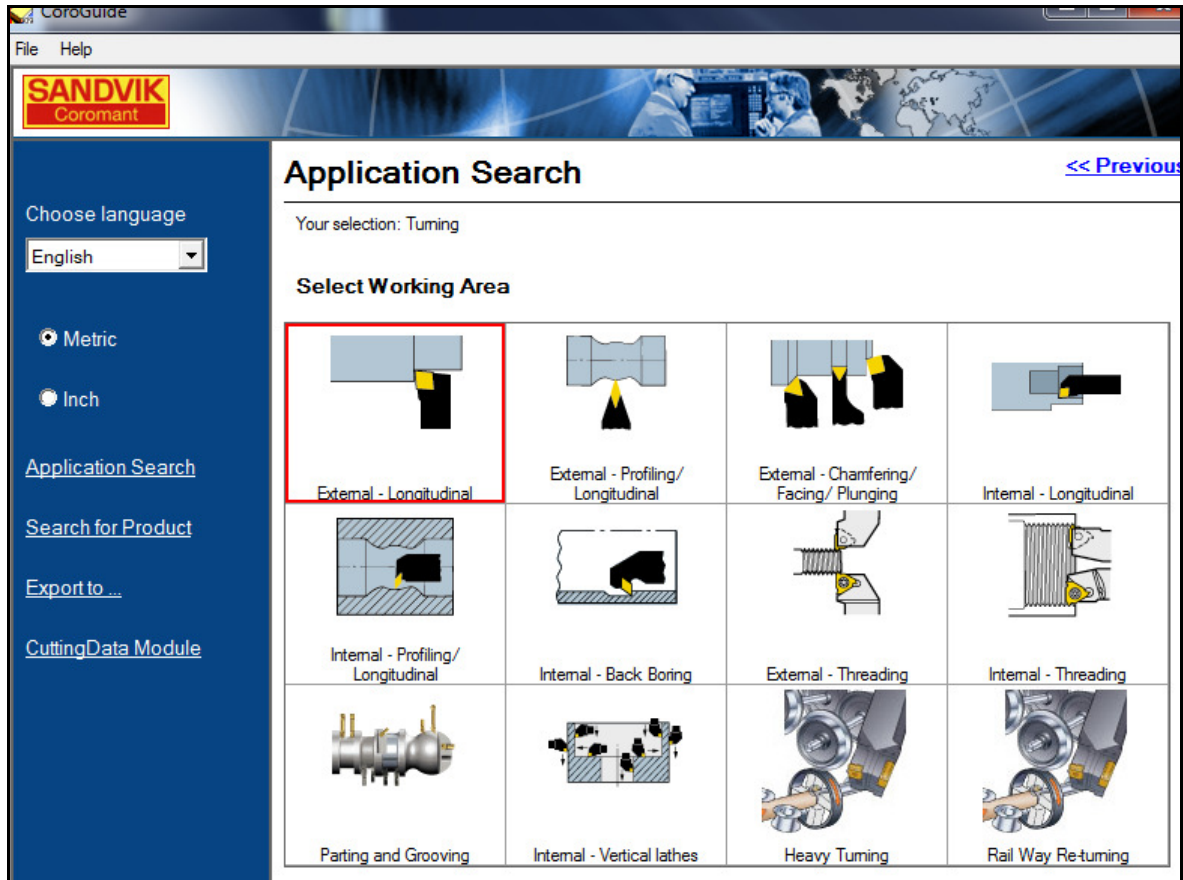


Fig. 1. Stabilirea operației de prelucrare mecanică (strunjirea) [5].

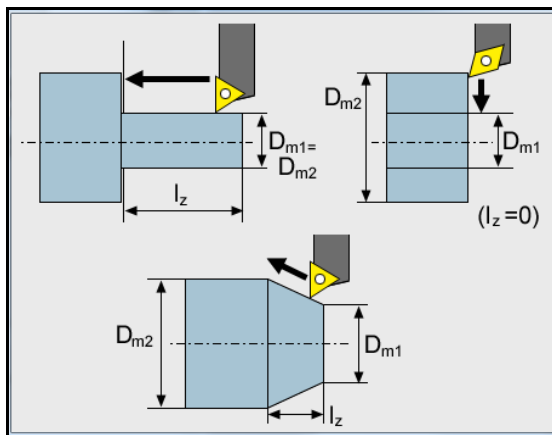


Fig. 2. Selectarea schemei de așchiere utilizate [5].

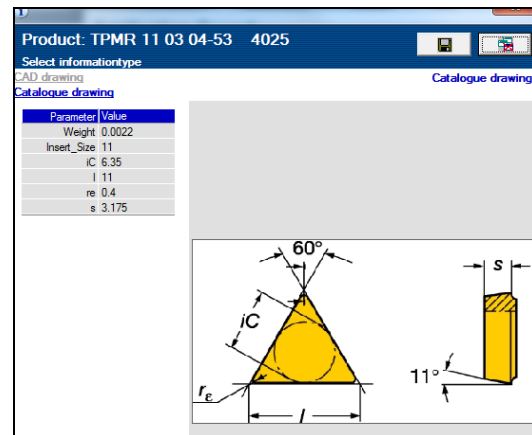


Fig. 3. Selectarea formei și a caracteristicilor plăcuței așchietoare [5].

Determinarea parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire

3. COMENTARIU, DISCUȚII

Alegerea regimului de așchiere la strunjire se realizează în funcție de condițiile de lucru, materialul sculei așchietoare și al semifabricatului, precizie etc.

Determinarea valorilor parametrilor regimului de așchiere prin cele două metode (metoda analitică și metoda automată) arată corespondența dintre mărimile calculate (tabelul 3).

The screenshot shows the 'Turning' software interface with the following sections and values:

- Workpiece material:** National standard: DIN, Denomination: C45_N, CMC No.: [empty], Hardness: 148 HB.
- Cutting data recommendation:** Cutting speed (vc): 240 m/min.
- Insert grade/geometry:** 4025, Conventional.
- Parameters (choose either fn, hex or hm):**
 - Entering angle: (α, γ) : 90°
 - Nose radius (re): 0.8 mm
 - Feed (fn): 0.2 mm/r, Maximum chip thickness (hex): 0.20 mm, Average chip thickness (hm): 0.16 mm
 - Cutting depth (ap): 2.0 mm
 - Machined diameters (Dm1, Dm2): 130 mm, 130 mm
 - Axial length of cut (lz): 700 mm
 - Max RPM: 10000 rpm, Toollife: 15.0 min, Number of passes (nap): 2.5
- Estimated result:**
 - Cutting speed (vc): 240 m/min
 - Spindle speed (n): 588 rpm
 - Metal removal rate (Q): 96 cm³/min
 - Time per pass (Tc): 5.96 min
 - Net power (Pc): 5.3 kW
 - Maximum profile height (Rt): 6.3 μm
 - Average roughness (Ra): 1.24 μm
 - Root mean square roughness (RMS): 1.35 μm

Buttons: Calculate, << Back. Status bar: Ver: 9.1.2, 2/16/2013, 8:25 PM.

Fig. 4. Stabilirea valorilor pentru viteza principală de așchiere v_c , turația piesei n , lungimea de prelucrare L , puterea consumată P_c , timpul de bază t_b , rugozitatea suprafeței prelucrate [5].

Analiza comparativă a metodei de calcul analitice și a metodei automate în scopul determinării parametrilor regimului de așchiere

Nr. crt.	Operația	Metoda	i	a_p (mm)	f_a (mm/rot)	v_c (m/min)		n (rot/min)		t_b (min)
						calculată	reală	calculată	reală	
1	Strunjire	Analitică	1	2,0	0,20	253,9	254,1	622,2	590	5,93
2		Automată	1	2,0	0,20	240	240	588	588	5,96

Utilizarea metodei automate permite calculul rapid al valorilor parametrilor regimului de așchiere față de metoda analitică de calcul care este mai laborioasă.

Analiza efectuată în cadrul lucrării permite stabilirea limitelor metodei analitice de calcul în condițiile unei fabricații moderne – fabricația asistată de calculator.

REFERINȚE

- [1] * * * *Scule așchietoare și portscule pentru prelucrarea metalelor*, vol. I, Colecție STAS, Editura Tehnică, București, 1987.
- [2] **C. Picoș, ș.a.**, „*Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin așchiere*”, Manual de proiectare, vol. I, Editura Universitas, Chișinău, 1992.
- [3] **M. Ivan, N. N. Antonescu, ș.a.**, „*Mașini–unelte și control dimensional*”, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.
- [4] **A. Vlase, ș.a.**, „*Regimuri de așchiere, adaosuri de prelucrare și norme de timp*”, vol. 1, Editura Tehnică, București, 1983.
- [5] * * * CoroGuide 09.1.1, SandviK Coromat, 2012.