



Sever-Adrian RADU

Tehnologii de fabricație

Îndrumător de proiect



UTPRESS

Cluj-Napoca, 2020

ISBN 978-606-737-449-0

Sever-Adrian RADU

Tehnologii de fabricație

Îndrumător de proiect



UTPRESS

Cluj-Napoca, 2020

ISBN 978-606-737-449-0



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
C.P. 42, O.P. 2, 400775 Cluj-Napoca
Tel.:0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director: Ing. Călin D. Câmpean

Recenzia: Conf. Dr. Ing. Domnița Frățilă
Ș.l.dr.ing. Cristina Miron-Borzan

Copyright © 2020 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-449-0

Cuprins

Cap. 1 Argument și introducere.....	10
Cap. 2. Principii generale de proiectare ale proceselor tehnologice de prelucrare mecanică.....	12
2.1 Principii de bază la proiectarea proceselor tehnologice	12
2.2 Materiale în industria construcțiilor de mașini	23
2.3 Oțeluri carbon de uz general.....	25
2.4 Oțeluri carbon de calitate și aliate	28
2.4.1 Oțeluri pentru cementare	29
2.4.2 Oțeluri pentru îmbunătățire	29
2.5 Oțeluri turnate în piese	30
2.6 Oțeluri cu înaltă rezistență mecanică, sudabile	37
2.7 Oțeluri pentru automate.....	37
2.8 Oțeluri microaliate și de înlocuire	39
2.9 Oțelurile inoxidabile.....	39
2.9.1 Oțelurile inoxidabile feritice.....	40
2.9.2 Oțelurile inoxidabile austenitice.....	40
2.9.3 Oțel inoxidabil - tipul 304	40
2.9.4 Oțel inoxidabil -tipul 316	40
2.9.5 Oțelurile inoxidabile martensitice	41
2.9.6 Oțelurile inoxidabile austenito - feritice (duplex)	41
2.10 Aluminiul și aliajele sale	43
Cap. 3. Alegerea plăcuței și a corpului cuțitului.....	50
3.1 Introducere.....	50

3.2 Alegerea sistemului de prindere a plăcuței.....	52
3.3 Selecția geometriei corpului cuțitului.....	52
3.4 Selecția geometriei plăcuței.....	53
3.4.1 Forma plăcuței.....	53
3.4.2 Mărimea plăcuței.....	55
3.4.3 Grosimea plăcuței.....	56
3.4.4 Raza la vârf a plăcuței.....	56
3.5 Selecția sculelor așchietoare din punctul de vedere al parametrilor tehnologici.....	58
Cap. 4. Prezentarea aplicației CoroGuide.....	59
Cap. 5. Proiectarea procesului tehnologic.....	69
5.1. Desenul de execuție al piesei.....	72
5.2. Itinerarul tehnologic al piesei.....	73
5.3. Calculul adaosurilor de prelucrare și al dimensiunilor intermediare.....	79
5.3.1 Calculul adaosurilor de prelucrare și a dimensiunilor intermediare $\varnothing 37^0_{-0.039}$	79
5.3.2 Calculul adaosurilor de prelucrare și al dimensiunilor intermediare pentru suprafața frontală la cota $L=165\pm 0.2$ mm.....	85
Cap. 6. Operația de strunjire.....	88
6.1 Întocmirea schemei de prelucrare.....	88
6.2 Alegerea plăcuței și a corpului cuțitului la operația de strunjire.....	88
6.3 Schema de prelucrare a operației 3.....	92
6.4 Calcularea regimului de așchiere la operația de strunjire capăt I și capăt II (faza de degroșare) conform schemei de prelucrare cu plăcuța și corpul cuțitului ales.....	93

6.4.1 Prelucrarea de degroșare a capătului I.....	93
6.4.2 Prelucrarea de degroșare a capătului II.....	93
6.5 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de degroșare a capătului I și II cu plăcuța aleasă.....	100
6.6 Caracteristicile plăcuței recomandate la strunjirea de degroșare și a corpului cuțitului	101
6.7 Calcularea regimului de așchiere la operația de strunjire capăt I și II (faza de degroșare) conform schemei de prelucrare cu plăcuța și corpul cuțitului recomandate	105
6.8 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de degroșare a capătului I și capătului II ale arborelui, cu plăcuța și corpul cuțitului recomandate de aplicația CoroGuide.....	112
6.9 Calcularea regimului de așchiere la operația de strunjire (faza de finisare) cu plăcuța și suportul alese pentru tronsoanele cu rugozitate 1.6μm și 0.8 μm.....	113
6.10 Caracteristicile plăcuțelor alese pentru finisare și a corpului cuțitului.	114
6.11 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de finisare a capătului I și II cu plăcuța și corpul cuțitului alese din aplicația CoroGuide.....	121
6.12 Calcularea regimului de așchiere la operația de strunjire capăt I și II (faza de finisare), conform schemei de prelucrare cu plăcuța și corpul cuțitului recomandate	122
6.13 Caracteristicile plăcuțelor recomandate pentru finisare și ale corpului cuțitului.....	123
6.14 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de finisare, respectiv degajările cu plăcuțele și corpurile cuțitelor recomandate de aplicația CoroGuide	127

6.15	Calcularea regimului de aşchiere la prelucrarea celor două degajări (faza de finisare), conform schemei de prelucrare cu plăcuţa şi corpul cuţitului recomandate	128
6.16	Verificarea avansului.....	131
6.16.1	Verificarea avansului din punct de vedere al rezistenţei corpului cuţitului în care este fixată plăcuţa de degroşare	131
6.16.2	Verificarea avansului din punct de vedere al rezistenţei plăcuţei de degroşare.....	132
6.16.3	Verificarea avansului din punct de vedere al calităţii suprafeţei obţinute la finisare	133
Cap. 7.	Operaţia de frezare	136
7.1	Alegerea sculelor aşchietoare pentru prelucrarea canalelor de pană	136
7.2	Calculul regimului de aşchiere la frezare	138
7.3	Tabel centralizator cu parametrii regimului de aşchiere obţinuţi la frezarea canalelor de pană	141
Cap. 8.	Operaţia de rectificare.....	144
8.1	Introducere.....	144
8.2	Corpuri abrazive.	144
8.2.1	Tipuri de materiale abrazive	145
	Electrocorindon normal 11A	145
	Electrocorindonul semifriabil 41A	145
	Electrocorindon nobil alb 33A	145
	Electrocorindon monocristalin 31A	145
	Electrocorindon nobil roz 66A	146

Electrorubin 77A	146
Carbura de siliciu neagră 21C	146
Carbura de siliciu verde 22C	146
8.2.2. Granulația	147
8.2.3 Duritatea	147
8.2.4 Structura	147
8.2.5 Liantul	148
8.2.6 Viteza periferică	149
8.3 Alegerea sculelo și stabilirea regimului de așchiere la rectificarea cilindrică a tronsoanelor de diametru $\varnothing 25h7$ și lungime 22 mm.....	150
8.3.1. Alegerea discului abraziv	150
8.3.2. Alegerea mașinii-unelte.....	150
8.3.3. Stabilirea adaosului de prelucrare.....	150
8.3.4. Stabilirea durabilității economice a discului abraziv.....	151
8.3.5. Stabilirea adâncimii de așchiere și a numărului de treceri	151
8.3.6. Stabilirea avansului longitudinal	151
8.3.7. Stabilirea vitezei de așchiere	151
8.3.8. Stabilirea vitezei de avans (circular) a piesei	152
8.3.9. Verificarea puterii.....	153
8.3.10. Calculul timpului de bază la rectificarea cilindrică cu avans de pătrundere.....	153
Anexa.1 Corelația dintre caracteristicile diferitelor procedee de prelucrare a suprafețelor și rugozitatea acestora după prelucrare.....	156

Anexa 2. Toleranța T , în μm , pentru dimensiuni de la 1 până la 500 mm (STAS 8101-68), valabile atât pentru prelucrarea suprafețelor de revoluție cât și a suprafețelor plane	161
Anexa 3. Toleranța T , pentru dimensiuni peste 500 până la 5000 mm ..	162
Anexa 4. Calitatea suprafeței la bare laminate și trase din oțel	163
Anexa 5. Parametrii obținuți la prelucrarea oțelului laminat la cald. Suprafețe de revoluție exterioare	164
Anexa 6. Corespondența dintre treapta de precizie și metoda de prelucrare	165
Anexa 7. Erori de fixare în direcție radială ε_f , μm	167
Anexa 8. Curbarea specifică a semifabricatelor laminate la cald Δc , $\mu\text{m}/\text{mm}$	169
Anexa 9. Curbarea specifică a barelor din oțel rotund calibrat Δc , $\mu\text{m}/\text{mm}$	170
Anexa 10. Valori diametre de găurire pentru realizarea filetelor prin așchiere	172
Anexa 11. Valorile coeficienților k de micșorare a abaterilor spațiale...	179
Anexa 12. Abaterile limită pentru oțelul rotund laminat la cald (STAS 333-87)	180
Anexa 13. Abaterile limită pentru oțelul rotund calibrat (STAS 1800-80)	182
Anexa 14. Găuri de centrare - SR EN ISO 6411:2001	185
Anexa 15. Extras DIN 6885/1 și DIN 6885/2 – dimesiuni de pene.....	187
Anexa 16. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar f	189
Anexa 17. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar g	191

Anexa 18. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar h.....	193
Anexa 19. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar k.....	195
Anexa 20. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar m.....	197
Anexa 21. Relații de calcul al adaosului de prelucrare intermediar minim	199
Anexa 22. Relații de calcul pentru dimensiunile intermediare la metoda obținerii individuale a dimensiunilor.....	201
Anexa 23. Relații de calcul pentru dimensiunile intermediare la metoda obținerii automate a dimensiunilor	202
Anexa 24. Parametrii de precizie și calitate a suprafeței la debitare	203
Anexa 25. Erorile de instalare a semifabricatelor cu dimensiuni de până la 60 mm fixate în menghine	204
Anexa 26. Valorile coeficienților C_4 și C_5	205
Anexa 27. Valorile exponenților x_1, x_2, y_1, y_2	206
Anexa 28. Valorile exponenților n_1 și n_2	206
Anexa 29. Valorile coeficientului C_{SR} și ale componentilor e_5 și e_6	207
Anexa 30. Toleranțe ISO Alezaje (extras ISO 286-2).....	208
Anexa 31. Standardele referitoare la corpurile abrazive	211
Anexa 32. Dimensiunile nominale ale corpurilor abrazive	212
Anexa 33. Adâncimea de așchiere, avansul longitudinal și transversal la rectificarea cilindrică exterioară	214
Anexa 34. Durabilitățile medii ale discurilor abrazive la rectificarea cilindrică exterioară între vârfuri cu discuri din electrocorindon nobil ..	215
Anexa 35. Alegerea discurilor abrazive în funcție de metoda de prelucrare și de natura materialului de prelucrat	217

Anexa 36. Caracteristici tehnice ale unor mașini de rectificat interior și exterior.....	219
Anexa 37. Caracteristici principale ale mașinilor de rectificat exterior	221
Anexa 38. Adaosuri de prelucrare la rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare	224
Anexa 39. Avansul de pătrundere de degroșare prin metoda avansului longitudinal la rectificarea rotundă exterioară.....	226
Anexa 40. Regimuri de așchiere la rectificarea rotundă exterioară.....	227
Anexa 41. Avansul de pătrundere pentru degroșare la rectificarea exterioară cu avans de pătrundere	229
Anexa 42. Coeficienții de corecție ai avansului de pătrundere la degroșare	229
Anexa 43. Avansul de pătrundere pentru finisare la rectificarea exterioară cu avans de pătrundere	230
Anexa 44. Coeficienții de corecție ai avansului de pătrundere la finisare	231
Bibliografie.....	232

Cap. 1 Argument și introducere

Una din cerințele majore ale industriei constructoare de mașini constă în proiectarea și dimensionarea rațională a semifabricatelor și pieselor, corespunzător cerințelor funcționale, precum și în proiectarea corectă a proceselor tehnologice de prelucrare prin așchiere a pieselor. Astfel devine posibilă obținerea unor economii însemnate de metal, energie și manoperă precum și planificarea atentă a consumurilor și aprovizionarea în timp util cu materialele și semifabricatele necesare, ceea ce are implicații serioase în asigurarea fabricației și în micșorarea costului fabricației. Stabilirea formei, dimensiunilor, abaterilor de formă și de poziție, toleranțelor și a arhitecturii și independenței construcțiilor în ansamblu, sunt elemente esențiale pe care le impune inginerul proiectant. În etapa de realizare a pieselor și ansamblurilor, se impune din partea proiectantului ca adaosurile de prelucrare, elementele regimurilor de fabricație și normele tehnice de timp să fie just stabilite prin metode de calcul analitic sau adoptate rațional din normele tehnice.

Pentru realizarea acestor cerințe se impune, printre altele, ca adaosurile de prelucrare totale și intermediare ale semifabricatelor, în vederea prelucrărilor ulterioare, precum și regimurile de așchiere și normele tehnice de timp, să fie stabilite corect, în mod justificat, în baza unei metodologii care să reglementeze și să îndrume această activitate deosebit de importantă atât din punct de vedere tehnologic, cât și economic.

Îndeplinirea criteriilor de performanță necesare elaborării proceselor tehnologice de prelucrare mecanică prin așchiere, presupune soluționarea unor probleme specifice:

- proiectare constructivă rapidă;
- semifabricate obținute rapid și ieftin;

- mașini care să poată prelucra repere cu suprafețe complexe la viteze mari și la o calitate corespunzătoare pentru reducerea timpilor de ajustare;
- scule de calitate, specifice prelucrării suprafețelor complexe, care să permită viteze de așchiere ridicate la valori rezonabile uzurii.

Acest îndrumător se adresează studenților facultăților cu profil mecanic, de la specializările *Technologia Construcțiilor de Mașini*, *Roboți Industriali*, *Inginerie Economică Industrială*, *Sisteme de Producție Digitală*, etc., care au incluse în planurile de învățământ discipline din domeniul fabricației. Totodată acest îndrumător de proiect prezintă un material sistematizat cu principii, reguli și recomandări privind proiectarea proceselor tehnologice, a căror utilizare este exemplificată în cazul unei piese de tip arbore și cuprinde: întocmirea itinerarului tehnologic, stabilirea adaosurilor de prelucrare, alegerea sculelor așchietoare necesare procesului de fabricație și determinarea operativă și justificată a regimurilor de așchiere, precum și a normelor tehnice de timp pentru producția de serie mică de fabricație.

Cap. 2. Principii generale de proiectare ale proceselor tehnologice de prelucrare mecanică

2.1 Principii de bază la proiectarea proceselor tehnologice

La **proiectarea proceselor tehnologice de prelucrare mecanică** se ține cont de următoarele două principii de bază:

- **Principiul tehnic.** Conform acestui principiu procesul tehnologic trebuie să asigure respectarea tuturor condițiilor referitoare la precizia dimensiunilor, a formei geometrice și a poziției reciproce a suprafețelor.
- **Principiul economic.** Conform principiului economic, execuția pieselor trebuie să se realizeze cu cheltuieli minime de muncă, energie, materiale, deci să se obțină un cost minim și un volum de muncă minim.

Pentru a proiecta procesul tehnologic de fabricare al unui produs, este necesară cunoașterea unor informații preliminare și parcurgerea următoarelor etape:

1. Datele inițiale
2. Studiul asupra tehnologicității construcției și a materialului piesei
3. Stabilirea succesiunilor operațiilor (traseul /itinerarul tehnologic)
4. Calculul adaosurilor de prelucrare și a dimensiunilor intermediare
5. Calculul regimurilor de așchiere
6. Normarea lucrărilor
7. Alegerea variației tehnico-economice optime
8. Întocmirea documentației tehnologice.

1. Datele inițiale includ: proiectul de execuție (desenul de ansamblu sau subansamblu al produsului; desenul de execuție al fiecărui reper component), volumul și tipul producției, utilajele existente în dotarea firmei producătoare și calificarea muncitorilor.

- **Proiectul de execuție** cuprinde: borderou de desene, desen de ansamblu al produsului (vederi, secțiuni pentru identificarea subansamblurilor, cote de gabarit, cote funcționale, caracteristici tehnice, condiții tehnice), desene ale subansamblurilor (vederi, secțiuni necesare identificării pieselor componente, ajustaje funcționale, cote de legătură, particularități de asamblare), desene de execuție ale pieselor.

- **Programul de producție** determină stabilirea: metodei de obținere a semifabricatului și a echipamentelor tehnologice (mașini-unelte, scule, dispozitive, mijloace de control) în organizarea fabricației.

Din punct de vedere tehnologic producția se clasifică în trei tipuri: **producție individuală (unicate), producție de serie și producție de masă.** **Criteriile** pe baza cărora se pot caracteriza aceste tipuri de producție sunt:

- Volumul producției;
- Nomenclatura producției (diversitatea produselor fabricate);
- Ciclul de fabricație;
- Mașinile-unelte necesare prelucrării;
- Modul de amplasare a mașinilor unelte;
- Productivitatea prelucrării;
- Calificarea personalului muncitor;
- Gradul de detaliere a tehnologiei de prelucrare;
- Costul prelucrării.

Pentru **producția individuală** aceste criterii sunt: nomenclatura este foarte variată, programarea producției se face la cerere, neexistând un ciclu de fabricație (repetarea în ciclul de fabricație a aceluiași produs este întâmplătoare), volumul de producție este redus (uneori o singură bucată), se utilizează mașini-unelte universale, care să ofere posibilitatea schimbării rapide a pieselor diferite tipo-dimensional; mașinile-unelte sunt amplasate pe tipuri de mașini, productivitatea prelucrării este foarte mică, calificarea

personalului muncitor este foarte înaltă pentru a avea capacitatea tehnică de realizare a reperelor; documentația tehnologică este sumară (fișa tehnologică); costul prelucrării este foarte mare.

În cazul **producției de serie** aceste criterii sunt: volumul de producție este mare, nomenclatura mult redusă, piesele se prelucreează în loturi (serii) de fabricație, reglarea mașinilor-unelte se realizează la începutul prelucrării unui lot de piese, producția are un ciclul de fabricație bine definit, mașinile-unelte utilizate sunt de regulă automate, amplasate fie ca la producția individuală sau în ordinea operațiilor necesare realizării produselor de bază, în multe cazuri numărul operațiilor este mai mare decât al mașinilor-unelte disponibile, ceea ce înseamnă că mai multe operații se realizează pe aceeași mașină-unealtă, muncitorii au o calificare medie, productivitatea este mult mai mare comparativ cu producția individuală, documentația tehnologică este mai detaliată, întocmindu-se ca document tehnologic planul de operație.

Producția de masă este caracterizată de: un volum foarte mare de producție, nomenclatură extrem de redusă, existența unui ciclul de fabricație bine stabilit, utilizarea de mașini-unelte automate aranjate strict în ordinea succesiunii operațiilor necesare pentru reperul ce se prelucreează, formându-se liniile tehnologice cu funcționare intermitentă sau continuă. Parametrul ce caracterizează o linie tehnologică este ritmul liniei tehnologice (R), definit ca raportul dintre fondul anual real de timp al mașinilor-unelte din linia tehnologică (F_{ar}) și numărul de bucăți fabricate pentru un anumit reper (N).

$$R = \frac{F_{ar}}{N} \quad [min/buc]$$

- **Utilajele tehnologice disponibile**

În cazul construirii unei întreprinderi noi, utilajele necesare se stabilesc cantitativ și calitativ în urma întocmirii procesului tehnologic. Dacă ne referim la o întreprindere existentă, care își schimbă produsul de fabricație, procesul

tehnologic se stabilește în funcție de utilajele existente în dotare. În ambele cazuri trebuie să se cunoască: posibilitățile tehnologice ale mașinii-unelte, precizia, rigiditatea, gradul de uzură etc.

Alte informații vizează: tipul, construcția și performanțele sculelor, dispozitivelor de fixare cât și a mijloacelor de control existente.

- **Gradul de calificare al cadrelor**

Gradul de calificare al muncitorilor se stabilește în concordanță cu utilajele folosite. Mașinile-unelte automatizate necesită un grad redus de calificare al muncitorilor și reglări înalt calificați.

Gradul de complexitate al proiectelor proceselor tehnologice depinde de calificarea cadrelor. Un grad redus de calificare al muncitorilor necesită un proiect cu documentație tehnologică completă și detaliată.

2. Studiul asupra tehnologicității construcției și a materialului piesei

Cunoașterea rolului funcțional al piesei este prima etapă în proiectarea oricărui proces tehnologic de realizare a acesteia. Rolul funcțional al piesei este dat de rolul fiecărei suprafețe ce delimitează piesa în spațiu. Din punct de vedere al rolului funcțional suprafețele se clasifică în:

- **suprafețele de asamblare** caracterizate prin:
 - o anumită configurație geometrică;
 - precizie dimensională ridicată;
 - rugozitate mică;
 - prescripții referitoare la forma geometrică;
 - prescripții referitoare la poziția suprafeței în raport cu alte suprafețe;
 - eventuale prescripții referitoare la duritatea suprafeței.
- **suprafețe funcționale** caracterizate prin:
 - precizie dimensională ridicată (depinde de rolul funcțional în ansamblul din care face parte);

- rugozitate mică (uneori este mare, depinde de rolul funcțional);
 - prescripții referitoare la poziția suprafeței în corespondență cu alte suprafețe;
 - eventuale prescripții referitoare la configurația geometrică;
 - eventuale prescripții referitoare la proprietățile mecanice, aspectul suprafețelor.
- **suprafețe tehnologice** care apar în timpul prelucrării și ajută la poziționarea piesei în vederea procesării. Ele pot rămâne după terminarea prelucrării sau pot dispărea, în funcție de configurația geometrică finală a piesei. Se caracterizează prin:

- precizie dimensională corespunzătoare (neprecizată, de cele mai multe ori cote libere);
- rugozitatea suprafeței corespunzătoare cu procedeul tehnologic de realizare a suprafeței;
- fără prescripții sau eventuale prescripții referitoare la forma geometrică;
- eventuale prescripții referitoare la poziția suprafeței în raport cu suprafețele ce urmează a fi prelucrate.

- **suprafețe auxiliare** (de legătură) fac legătura între suprafețele funcționale și cele de asamblare. Se caracterizează prin:

- precizia dimensională mică (neprecizată);
- rugozitatea suprafeței mare (cea care rezultă din procedeul de obținere a semifabricatului);
- fără prescripții referitoare la precizia de formă;
- fără prescripții referitoare la precizia de poziție.

Din punct de vedere al **formeii piesei**, se impune ca aceasta să aibă o astfel de formă încât suprafețele care necesită prelucrare să fie cât mai simple, să fie cât mai accesibile sculelor și să permită ieșirea liberă a sculelor. Influența preciziei și a rugozității suprafețelor prelucrate asupra tehnologicității

se urmărește prin: precizia dimensională, precizia de formă, precizia poziției relative a suprafețelor.

Prelucrabilitatea materialului reprezintă capacitatea unui material de a suporta prelucrări printr-un anumit procedeu în condiții cât mai simple pentru producător, și anume: cu productivitate cât mai ridicată, cu uzuri minime ale sculei, cu consum minim de energie, cu obținerea prin prelucrare a unei rugozități cât mai bune, etc.

Pentru evaluarea prelucrabilității au fost stabilite procedee specifice fiecărui tip de prelucrări. Prelucrabilitatea prin aceste procedee este dependentă de proprietățile fizico-mecanice structurale ale materialului în cauză, dar și de ansamblul în care reperul respectiv este inclus. În unele situații prelucrabilitatea materialului se poate îmbunătăți prin: tratamente termice, modificarea parametrilor sculei sau ai regimului de așchiere sau modificarea compoziției chimice a materialului piesei.

Alegerea semifabricatelor. Alegerea unui anumit tip de semifabricat se realizează ținând cont de următoarele două tendințe care se referă la:

- utilizarea de semifabricate cu forme îndepărtate de cele ale piesei;
- utilizarea de semifabricate cu formă apropiată față de piesa ce urmează a fi executată.

Utilizarea de semifabricate cu forme îndepărtate de cele ale piesei prezintă atât avantaje (cost scăzut a semifabricatului) cât și dezavantaje (consum ridicat de scule, material, energie electrică la prelucrarea prin așchiere, productivitate scăzută).

Utilizarea de semifabricate cu formă apropiată față de piesa ce urmează a fi prelucrată are ca avantaj (consum redus de scule, material, energie electrică în procesul de așchiere), iar ca dezavantaje costul ridicat a semifabricatului și o productivitate ridicată.

De asemenea, există o serie de recomandări la alegerea semifabricatului în ceea ce privește forma și tipul solicitării la care este supus reperul în timpul funcționării. Astfel:

- piesele cu formă complicată care nu sunt solicitate la întindere și încovoiere se realizează din fonte, prin turnare;
- piesele cu formă complicată care suportă sarcini mari cu toate tipurile de solicitări se realizează din oțeluri fie prin turnare, fie prin forjare și matrițare;
- piesele cu forme relativ simple cu solicitări medii se pot executa din semifabricate laminate, atunci când diferența dintre tronsonul cu diametru maxim și cel cu diametru minim nu depășește 20-30 mm.
- piese cu dimensiuni reduse din materiale neferoase pot să folosească semifabricate turnate dar și laminate;

Decizia asupra alegerii semifabricatului este dictată de costuri. Atunci când o piesă se poate realiza din mai multe semifabricate echivalente din punct de vedere tehnic, alegerea se face din punct de vedere a costului.

Indiferent de tipul semifabricatelor alese, acestea necesită o serie de operații pregătitoare. Operațiile de pregătire pentru diferite tipuri de semifabricate sunt prezentate în tabelul 2.0.

Tabel 2.0. Operațiile de pregătire pentru diferite tipuri de semifabricate

Tip semifabricat	OPERAȚII PREGĂTITOARE
LAMINAT	1. Debitarea se impune când laminatul are dimensiunile (lungimea) mai mari decât a piesei; se poate executa prin: așchiere, forfecare, oxiacetilenic, electric. 2. Îndreptarea are drept scop aducerea curburii semifabricatului de la valori de 5 $\mu\text{m}/\text{mm}$ la 0.1–0.2 $\mu\text{m}/\text{mm}$; pentru îndreptare pot fi folosite strunguri (îndreptare între vârfuri), prese, mașini de îndreptat și retezat, mașini de îndreptat și calibrat.

	3. Cojirea se execută în scopul îndepărtării stratului degradat de la laminare; poate fi realizată pe mașini specializate, dispunând de cap-portsculă rotitor.
TURNAT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăierea maselotelor și a rețelilor de turnare se efectuează cu flacără oxigaz și prin rupere la materialul casant (fontă). 2. Îndepărtarea bavurilor (ajustare) se realizează la polizoare fixe, pentru piese cu dimensiuni mici și medii, și la polizoare portative, pentru piese cu dimensiuni mari. 3. Curățirea semifabricatelor turnate poate fi realizată manual cu ajutorul unor perii de sârmă sau mecanic, apelând la tobare, sablare cu nisip sau cu alicie.
MATRIȚAT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Curățirea este realizată prin tobare, sablare; în cadrul acestor operații are loc și înlăturarea bavurilor. 2. Debavurarea este realizată cu ajutorul matrițelor speciale de debavurat. 3. Decaparea (curățirea de oxizi) se realizează pe cale chimică cu ajutorul unor soluții acide. 4. Îndreptarea, folosind echipamente adecvate (uneori aceeași matriță în care s-a obținut semifabricatul). 5. Tratamente termice pentru îmbunătățirea prelucrabilității prin așchiere, reducerea tensiunii interne.

Informații detaliate privind alegerea materialelor, inclusiv proprietățile și caracteristicile mecanice ale unor categorii uzuale de materiale sunt prezentate în capitolul 2.2.

3. Stabilirea succesiunilor operațiilor (traseul /itinerarul tehnologic)

În general un proces tehnologic complex conține următoarele **elemente: operația, faza, trecerea, mânuirea și mișcarea.**

Operația reprezintă acea parte a procesului tehnologic care se referă la prelucrarea uneia sau mai multor suprafețe ale piesei, cu una sau mai multe

scule aşchietoare, dintr-o singură sau mai multe aşezări ale piesei la un anumit loc de muncă. Locul de muncă reprezintă acea parte din suprafaţa de producţie, dotată coresunzător pentru modificarea formei semifabricatului în vederea obţinerii piesei.

Faza este acea parte din operaţie prin care se execută, cu una sau mai multe scule aşchietoare, una sau mai multe suprafeţe ale piesei, la o singură fixare a acesteia, cu acelaiaşi regim de aşchiere.

Trecerea reprezintă o parte din fază sau operaţie, care se realizează la o singură deplasare a sculei în direcţia avansului, îndepărtându-se un anumit strat de material. Recomandarea generală este ca pe fiecare suprafaţă să se efectueze o singură deplasare a sculei aşchietoare. Atunci când rigiditatea sistemului tehnologic nu permite, se pot efectua două sau mai multe treceri.

Mănuirea reprezintă activitatea pe care o desfăşoară operatorul în vederea efectuării activităţii de bază sau a unor activităţi pregătitoare (de exemplu prinderea sau desprinderea piesei, pornirea maşinii-unelte, etc.)

Mişcarea reprezintă acea parte a procesului tehnologic constând în deplasările elementelor sistemului tehnologic sau ale operatorului.

Pentru transformarea semifabricatului în piesă finită, sunt necesare adesea mai multe operaţii tehnologice. Prin studiul desenului de execuţie se poate stabili natura ultimei operaţii pentru fiecare suprafaţă prelucrată.

Itinerarul tehnologic se întocmeşte, de regulă, sub formă tabelară conţinând (pe coloane) următoarele tipuri de informaţii: *denumirea operaţiei*, *schiţa operaţiei* (pe care se marchează şi cotează doar suprafeţele prelucrate la operaţia respectivă, rugozitatea acestora, modul de fixare al piesei), *maşina-uneltă* pe care se desfăşoară operaţia, *scule*, *dispozitive*, *verificatoare*. În stabilirea succesiunii operaţiilor din procesul tehnologic şi pentru a limita numărul variantelor tehnologice se impun anumite **restricţii** şi **recomandări**:

- primele operații necesare prelucrării piesei sunt cele legate de prelucrarea bazelor tehnologice de așezare, de măsurare;
- se execută mai întâi operațiile de degroșare apoi cele de semifinisare, finisare și, dacă este cazul, cele de netezire;
- suprafețele interioare se prelucrează spre sfârșitul procesului tehnologic, cu excepția acelor care se folosesc ca baze tehnologice;
- suprafețele care în timpul transportului de la o mașină-unealtă la alta se pot distruge prin lovire, se prelucrează spre sfârșitul procesului tehnologic (de exemplu: filete, caneluri, danturi).

În concluzie, ținând cont de aceste restricții, un traseu tehnologic, indiferent de tipul și clasa de precizie piesei, ar fi trebui să includă următoarea succesiune de operații:

1. Operații necesare prelucrării bazelor tehnologice;
2. Operații pentru degroșarea suprafețelor principale (suprafețe cu rol funcțional);
3. Operații pentru finisarea suprafețelor principale;
4. Operații pentru degroșarea, eventual finisarea, suprafețelor auxiliare;
5. Operații de prelucrare a suprafețelor care se pot distruge;
6. Operații de tratamente termice;
7. Operații de finisare, eventual de netezire.

După fiecare operație se realizează controlul intermediar.

4. Calculul adaosurilor de prelucrare și a dimensiunilor intermediare

După stabilirea traseului tehnologic (întocmirea *Itinerarului Tehnologic*) se cunosc operațiile necesare pentru prelucrarea fiecărei suprafețe. În vederea executării lor trebuie să se stabilească stratul de material îndepărtat prin așchiere. Acest adaos poate fi definit ca adaos de prelucrare intermediar A_{pi} ,

necesar executării unei operații și se determină ca diferența între dimensiunea suprafeței rezultate după două operații succesive.

Pentru a stabili mărimea adaosului de prelucrare pe fiecare operație se apelează la o analiză a factorilor care pot să intervină în timpul aşchierii (rugozitatea obținută la operația precedentă, defecte în stratul superficial de material, erori de fixare și orientare la operația curentă, abateri spațiale, etc.), ținând cont de faptul că la fiecare operație tehnologică se obțin anumiți parametri de precizie și calitate.

Stabilirea adaosului de prelucrare pentru fiecare operație/fază este necesară, fie pentru stabilirea adâncimii de aşchiere, fie pentru calculul dimensiunilor intermediare. În funcție de rugozitate și precizie, fiecare suprafață are nevoie de prelucrări succesive, deci pe fiecare suprafață este necesar un anumit număr de operații. Rolul fiecărei operații tehnologice este acela de a reduce abaterile rezultate în urma operațiilor anterioare.

5. Calculul regimurilor de aşchiere

Stabilirea regimurilor de aşchiere presupune rezolvarea următoarelor aspecte:

- definitivarea caracteristicilor legate de scule și mașina-unealtă (alegerea sculelor și a mașinilor-unelte);
- stabilirea adâncimii de aşchiere;
- stabilirea și verificarea avansului;
- stabilirea vitezei de aşchiere și a turației (numărului de curse);
- calculul forțelor de aşchiere;
- calculul puterii necesare și verificarea puterii.

6. Normarea lucrărilor

Normarea lucrărilor reprezintă reglementarea consumului de muncă necesar pentru executarea unei faze de lucru sau realizarea unui produs și se

ilustrează prin consumul de timp. Normarea oferă posibilitatea de a se urmări creșterea productivității muncii.

Norma de timp N_t reprezintă timpul necesar pentru executarea unei lucrări sau operații de către un muncitor sau o echipă în anumite condiții tehnico-organizatorice. Pe baza normei de timp se stabilesc: necesarul de mașini și utilaje, necesarul de muncitori, se coordonează procesul tehnologic și se organizează munca. Norma tehnică de timp stă la baza remunerării muncii, a stabilirii prețului de cost, precum și la stabilirea variantei optime de prelucrare. **Norma de producție** N_p este cantitatea de produse ce trebuie executate de un muncitor sau o echipă în unitatea de timp în anumite condiții tehnico-organizatorice

7. Alegerea variantei tehnico-economice optime

Din numărul mare de variante tehnologice posibile, având în vedere unele restricții practice, se ajunge la 2÷3 variante tehnic admisibile, dintre care se alege cea optimă. În vederea alegerii variantei optime se folosesc criterii tehnice și economice. Acestea sunt materializate sub forma unor indici și coeficienți: *indicele timpului de bază* (determină ponderea timpului de bază în norma de timp), *coeficientul de continuitate în funcționarea mașinilor* (ponderea timpului de bază în timpul operativ), *coeficientul de utilizare a mașinii-unelte*, *coeficientul de utilizare a materialului*, etc.

8. Întocmirea documentației tehnologice (de exemplu: Fișa tehnologică, Plan de operație)

2.2 Materiale în industria construcțiilor de mașini

Datorită multitudinilor proprietăților care se cer în diferite ramuri industriale, gama calităților de oțeluri a ajuns să fie foarte largă, cuprinzând un foarte mare număr de mărci. Clasificarea este necesară, atât pentru clarificarea proprietăților și destinațiilor diferitelor categorii de oțeluri, cât și pentru a înțelege principiul care stă la baza simbolizării mărcilor de oțeluri.

În funcție de scopul urmărit, mărcile de oțel pot fi clasificate după criterii diferite, cum sunt: compoziția chimică, domeniul de utilizare, structura etc. Clasificarea oțelurilor în funcție de compoziția lor chimică poate fi făcută astfel:

- **oțeluri nealiat sau oțeluri carbon:**

- cu destinație generală;
- cu destinație precizată (de exemplu: pentru arcuri, pentru automate etc.);

- **oțeluri aliate:**

- slab aliate;
- mediu aliate;
- cu destinație generală;
- cu destinație precizată; -
- înalt aliate.

Clasificarea în funcție de domeniul de utilizare poate fi făcută în modul următor:

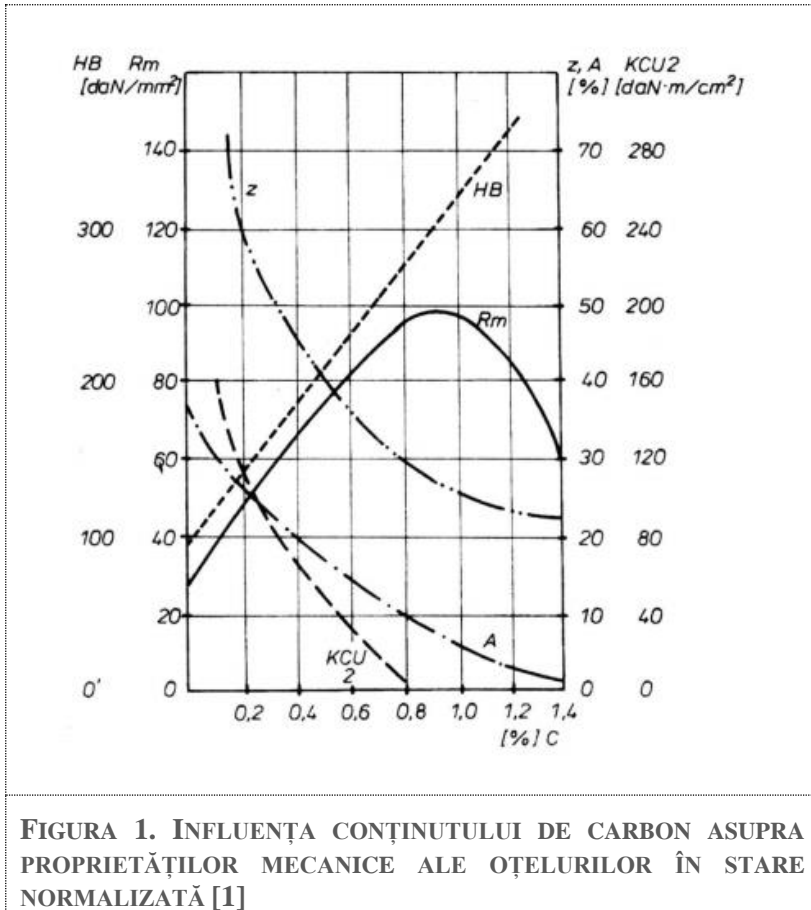
- **oțeluri pentru construcția de mașini:**

- de cementare (conțin până la 0.25 % C);
- de îmbunătățire (conțin 0.25...0.65 % C);
- oțeluri de scule (conțin 0.65...1.5 % C).

Clasificarea în funcție de structură poate fi făcută după cum urmează:

- oțeluri hipoeutectoide (0...0.77 % C);
- oțeluri eutectoide (0.77 % C);
- oțeluri hipereutectoide (peste 0.77% C).

În general, proprietățile oțelurilor sunt influențate de conținutul de carbon, deci de variația cantitativă a constituenților lor structurali. Caracteristicile lor de rezistență mecanică cresc, iar cele de plasticitate scad cu creșterea conținutului de carbon (figura1).



2.3 Oțeluri carbon de uz general

Acestea sunt oțeluri cu conținut de carbon de până la 0.6 %, nealiat sau slab aliat cu Mn (OL 44) sau cu Mn, Si și V (OL 52), disponibile sub formă de semifabricate deformate plastic la cald (lamine, forjate etc.). Ele sunt utilizabile în mod curent netratate termic (eventual normalizate), pentru piese solicate static la temperaturi cuprinse între $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oțelurile carbon de uz general au o largă utilizare fiind ieftine dar și pentru că, în general, nu mai necesită deformare plastică la cald, au bună deformabilitate la rece și o bună sudabilitate. În tabelul 2.1. se prezintă caracteristicile mecanice și tehnologice ale oțelurilor carbon de uz general.

Tabelul 2.1. Caracteristicile mecanice și ale oțelurilor carbon de uz general

Marca de oțel	Clasa de calitate	Caracteristici mecanice minime			Reziliența <i>KCU</i> 300/2, [J/cm ³]	Energia de rupere	
		Limita de curgere, <i>R_c</i> [N/mm ²]	Rezistența la rupere, <i>R_m</i> [N/mm ²]	Alungirea la rupere, <i>A5</i> [%]		Temperatura, [°C]	<i>KV I</i>
OL 32	1, 1a, 1b	180/170/160	310...390	33	-	-	-
OL 34	1, 1a, 1b	210/200/190	330...400	31	-	-	-
OL 37	1, 1a, 1b	240/230/210	360...440	25	-	-	-
	2			25	69/59	+20	27
	3			26	-	0	27
	4			26	-	-20	27
OL 42	1, 1a, 1b	260/250/250	410...490	22	-	-	-
	2			22	69/59	-20	27
	3			23	-	0	27

OL 44	2	280/270/250	430...540	23	59	+20	27
	3			25	-	0	27
	4			25	-	-20	27
OL 52	2	3	510...630	21	59	+20	27
	3	50/340/330		22	-	0	27
	4			22	-	-20	27
OL 50	1, 1a, 1b	290/280/270	490...610	21	-	-	-
OL 60	1, 1a, 1b	330/320/310	590...710	16	-	-	-
OL 70	1, 1a, 1b	360/350/340	690	11	-	-	-
OL 30	-	-	310	20	-	-	-

După garanțiile date la livrare se disting patru clase de calitate:

- Clasa 1 – cu garanții privind compoziția chimică, caracteristicile mecanice la tracțiune și îndoire la rece;
- Clasa 2 – cu garanții suplimentare privind reziliența (KCU) la 20 °C;
- Clasa 3 – cu garanții suplimentare privind energia la rupere (KV) la 0°C;
- Clasa 4 – cu garanții suplimentare privind energia la rupere (KV) la -20 °C.

Se simbolizează cu grupul de litere OL (oțel laminat) urmat de un grup de cifre care indică rezistența la rupere R_m (daN/mm²).

2.4 Oțeluri carbon de calitate și aliate

Oțelurile carbon de calitate sunt oțeluri nealitate cu compoziție și proprietăți mecanice garantate (STAS 880-80), utilizate tratate termic sau termochimic, pentru piese mai puternic sollicitate mecanic. În funcție de caracteristicile prescrise pot fi:

- oțeluri de calitate propriu-zise;
- oțeluri de calitate superioare.

În funcție de tratamentul termic pot fi:

- oțeluri pentru cementare;
- oțeluri pentru îmbunătățire.

Oțelurile carbon de calitate se simbolizează cu grupul de litere OLC (oțel laminat de calitate), urmat de un grup de cifre care indică conținutul mediu de carbon exprimat în sutimi de procent.

Oțelurile aliate se simbolizează prin litere și cifre, după cum urmează: primul grup de cifre indică conținutul în carbon în sutimi de procent, urmează simbolurile elementelor de aliere; cifrele care urmează după fiecare element indică concentrația acestuia în zecimi de procent, iar dacă nu urmează cifre concentrația acestuia este aproximativ 1%. Elementul principal de aliere, care se găsește în cantitatea cea mai mare, se trece ultimul în șirul acestor simboluri.

2.4.1 Oțeluri pentru cementare

Cementarea conduce la obținerea unor suprafețe dure, rezistente la uzare și chiar la oboseală. Cel mai convenabil și ieftin tratament termic ulterior este călirea direct de la temperatura de carburare (în săruri sau gaze carburante). În cele mai multe cazuri însă, piesele se răcesc lent de la temperatura normală de carburare până la cea normală, în structură rezultând grăunți fini. Apoi se face o călire, simplă sau dublă, urmată de revenire joasă, pentru detensionare. În construcția de mașini se utilizează de exemplu OLC 10 pentru clicheți, furci, pene de ghidare, role pentru lanțuri; OLC 15 pentru șuruburi de mișcare, piulițe, pârgăhii, pene de ghidare; 15Cr08 pentru arbori cu came, bușe, roți dințate, melci; 13CrNi30 sau 16CrMn12 pentru roți dințate, arbori, pene.

2.4.2 Oțeluri pentru îmbunătățire

În vederea obținerii concomitente a unor rezistențe și tenacități ridicate, aceste oțeluri sunt supuse unei căliri, urmată de o revenire înaltă (îmbunătățire).

În funcție de compoziția lor chimică, oțelurile de îmbunătățire sunt de cinci tipuri:

- nealiate (OLC 25, OLC 35, OLC 45, OLC 55, OLC 60);
- aliate cu Mn;

- aliate cu Cr;
- aliate cu Cr - Mo;
- aliate cu Ni-Cr-Mo.

La oțelurile nealiate, rezistența după îmbunătățire crește odată cu conținutul de carbon. Prezența manganului îmbunătățește și mai mult călibilitatea, ridicând și stabilitatea după revenire. Nichelul mărește tenacitatea oțelurilor. Până la $C < 0.3\%$ aceste oțeluri se sudează bine, dar condiționat, necesitând preîncălzire și recoacere după sudarea prin topire. Așchiabilitatea cea mai favorabilă o au cele nealiate până la $0.45\% C$ precum și cele de tipul 35Mn16. Pentru toate celelalte este recomandabilă o recoacere prealabilă de înmuiere. O grupă aparține a oțelurilor pentru îmbunătățire o formează cele pentru nitruare, care conțin elemente de aliere ca Al, Cr, Mo și V. Ele sunt așchiabile atât după recoacerea de înmuiere, cât și în stare îmbunătățită. Din aceste oțeluri se execută, de exemplu, arborii principali ai mașinilor-unelte. O altă grupă aparține a oțelurilor pentru îmbunătățire o constituie cele pentru piese mari (cu dimensiuni peste 100 mm) forjate. Ele sunt elaborate îngrijit (dezoxidate în vid), lipsite de hidrogen și incluziuni nemetalice. În tabelul 2.2 se prezintă caracteristicile mecanice ale oțelurilor carbon de calitate și aliate folosite în construcția de mașini.

2.5 Oțeluri turnate în piese

Din punct de vedere tehnologic și economic este mai avantajos ca piesele cu configurație complicată cărora li se cer rezistență și tenacitate să fie executate nu prin forjare sau sudare, ci prin turnare din oțeluri adecvate. În pofida proprietăților în general scăzute de turnare și a sensibilității pronunțate la răcire, actualmente, destul de numeroase oțeluri nealiate (OT 40...OT 70, STAS 600-82) sau aliate (T20Mn14, T35MoCrNi08 etc., STAS 1773-82) se elaborează și se utilizează

pentru obținerea pieselor turnate. Datorită granulației mai grosolane și prezenței defectelor de turnare, oțelurile turnate, comparativ cu cele laminate au rezistența, plasticitatea și tenacitatea inferioare celor în direcția laminării și ușor superioare celor perpendiculare pe direcția laminării. Rezistențele la oboseală, la temperaturi înalte și la uzare sunt, de asemenea, sensibil inferioare celor ale oțelurilor laminate. Domeniile de utilizare sunt: roți pentru cabluri și lanțuri, roți dințate, carcase, corpuri de pompe, arbori cotiți, flanșe etc.

Se simbolizează cu grupul de litere OT (oțel turnat) urmat de un grup de cifre care indică rezistența minimă la rupere R_m (N/mm²). În tabelul 2.3 se prezintă caracteristicile mecanice ale oțelului carbon turnat în piese, după tratamentul termic de normalizare.

Tabelul 2.2. Caracteristicile mecanice ale oțelurilor carbon de calitate și aliate

Nr. de ordine	Marca de oțel	Stare material / ϕ epruvetă, [mm]	Caracteristici mecanice			Reziliența <i>KCU</i> [J/cm ³]
			Limita de curgere, R_c , [N/mm ²]	Rezistența la rupere, R_m , [N/mm ²]	Alungirea la rupere A_5 , [%]	
a) Oțeluri carbon de calitate (STAS 880-80)						
1	OL 10	Cr / 30	290	490...640	16	89
2	OL 15	Cr / 30	350	590...780	14	78
3	OL 20	Cr / 16	310	490...630	20	-
4	OL 25	Cr / 16	360	540...690	19	108
5	OL 35	Cr / 16	420	620...760	17	70
6	OL 45	Cr / 16	480	690...840	14	60
7	OL 55	Cr / 16	540	780...930	12	-
8	OL 60	Cr / 16	570	830...980	11	-

b) Oțeluri aliate (STAS 791-80)						
9	15Cr08	Cr / 30	410	690...880	11	78
10	18MnCr10	Cr / 30	540	790...1080	10	69
11	21MoMnCr12	Cr / 30	740	980...1270	10	59
12	18MoCrNi13	Cr / 30	690	930...1220	9	78
13	13CrNi30	Cr / 30	640	880...1170	10	78
14	20MnNi35	Cr / 30	690	930...1220	11	78
15	21TiMnCr12	Cr / 30	78	1030...1320	9	69
16	28TiMnCr12	Cr / 30	980	1230...1320	8	59
17	35Mn16	CR / 16	510	740...930	12	59
18	40Cr10	CR / 16	790	980...1180	10	39
19	40BCr10	CR / 16	740	880...1080	11	69
20	33MoCr11	CR / 16	780	980...1180	12	69
21	41MoCr11	CR / 16	880	1080...1270	10	59
22	50VCr11	CR / 16	880	1080...1270	9	59
23	34MnCrNi15	CR / 16	980	1180...1370	9	59

24	30MnCrNi20	CR / 16	1030	1230...1420	9	59
25	38MoCrA109	CR / 16	790	980...1180	10	59
26	41CrNi12	CR / 16	830	980...1180	11	69
27	35MnSi12	CR / 16	740	930...1130	14	39
Notații: Cr – călit și revenit la temepratură joasă						
CR – călit și revenit la temepratură înaltă						

Tabelul 2.3. Caracteristicile mecanice ale oțelului carbon turnat

Grupa	Marca oțelului	Rezistența la rupere la tracțiune, R_m [N/mm ²]	Limita de curgere, $R_{p0.2}$ [N/mm ²]	Alungirea la rupere, A_5 [%]	Reziliența, KCU [J/cm ³]	Duritatea Brinell HB (inf.)
1	OT 400	390	-	20	-	110
	OT 450	440	-	18	-	124
	OT 500	490	-	15	-	138
	OT 550	540	-	12	-	153
	OT 600	590	-	10	-	169
	OT 700	690	-	6	-	179
2	OT 400	390	200	25	-	110
	OT 450	440	240	22	-	124
	OT 500	490	270	18	-	138
	OT 550	540	310	15	-	153
	OT 600	590	340	12	-	169
	OT 700	690	410	10	-	179

3	OT 400	390	200	25	50	110
	OT 450	440	240	22	40	124
	OT 500	490	270	18	35	138
	OT 550	540	310	15	30	153
	OT 600	590	340	12	25	169

2.6 Oțeluri cu înaltă rezistență mecanică, sudabile

Acestea sunt oțeluri slab aliate cu Mn, Si, Mo, Cr, Ni (max. 2% fiecare și sub 5% în total) cu structură austenică fină și rezistența la rupere ridicată ($R_m = 60 \dots 220 \text{ daN/mm}^2$). Ele sunt de două tipuri:

- oțeluri "non QT" (lamine la cald sau normalizate) a căror rezistență ridicată se datorează elementelor de aliere; ele se pot deforma la cald și suda bine, fără pericol de fisurare.

- oțeluri "QT" a căror rezistență foarte ridicată se datorează atât elementelor de aliere, cât și unui tratament termic de îmbunătățire, necesar în urma scăderii proprietăților mecanice după deformarea la cald sau sudare.

Pe de altă parte, aceste oțeluri se împart frecvent în trei grupe:

I-cu rezistență ridicată: $R_m > 50 \text{ daN/mm}^2$ și $R_p > 31 \text{ daN/mm}^2$;

II-suprarezistente: $R_m = 70 \dots 90 \text{ daN/mm}^2$ și $R_p = 60 \dots 80 \text{ daN/mm}^2$;

III-ultrarezistente: $R_m = 140 \dots 200 \text{ daN/mm}^2$ și $R_p = 120 \dots 180 \text{ daN/mm}^2$.

Din această categorie fac parte oțeluri ca: OL 52.3, OCS 52...OCS58, 15Cr08, R 58, 20Mn10, OLT 65. Oțelurile cu înaltă rezistență își găsesc o utilizare din ce în ce mai largă în construcții aeronavale și spațiale, dar sunt utilizate și în industrie pentru piese puternic solicitate sau expuse la presiuni mari: arbori de antrenare a rotorului principal, rezervoarele cilindrilor sub presiune, elemente ale cutiilor de viteze, angrenaje, pistoanele preselor pentru extrudat aliaje neferoase etc.

2.7 Oțeluri pentru automate

Întrucât prelucrarea prin așchiere pe mașini-unelte automate este caracteristică pieselor mici, de serie foarte mare, în acest scop se utilizează preponderent oțeluri nealiate, de cementare sau îmbunătățire

cu 0.10...0.45 % C care conțin, în vederea obținerii unei așchieri mai ușoare cu viteze mari, și S (0.1-0.3%) și P (0.04-0.15%). Sulful formează cu Mn incluziuni de sulfuri, care întrerup continuitatea masei metalice, asigurând formarea unor așchii fărâmicioase, scurte. Prezența fosforului are efecte de fragilizare, măbind caracterul casant al așchiilor și conduce, de asemenea, la obținerea unor suprafețe netede, de calitate superioară. De asemenea, se utilizează oțeluri pentru automate aliate și cu alte elemente, spre exemplu cu 0.15...0.30% Pb, care are și un efect lubrifiant, măbind durabilitatea sculelor așchietoare de până la patru ori. Rezultate și mai bune se obțin la așchiera oțelurilor cu adaosuri de Te, Se, Bi sau Pb-Te, care permit mărire vitezei de așchiere cu peste 40%. Oțelurile pentru automate pot fi supuse aceluiași tratamente termice ca și oțelurile cu compoziții chimice similare, dar cu conținuturi scăzute în S și P. Se simbolizează cu grupul de litere AUT urmat de un grup de cifre, care indică conținutul mediu de carbon exprimat în sutimi de procent. În tabelul 2.4 se prezintă caracteristicile mecanice ale oțelurilor pentru automate (STAS 1350-80).

Tabelul 2.4. Caracteristicile mecanice ale oțelurilor pentru automate

Marca oțelului	Starea materialului	Caracteristici mecanice			Duritatea Brinell HB	
		Limita de curgere, R_c [N/mm ²]	Rezistența la rupere, R_m [N/mm ²]	Alungirea la rupere, A_5 [%]	N	R
AUT 12	L	220	410...560	22	-	160
AUT 20	L	250	450...600	20	-	168
AUT30	L	-	510...660	15	-	183
AUT 40	L	-	590...740	14	-	207

2.8 Oțeluri microaliate și de înlocuire

Aceste materiale sunt oțeluri microaliate cu anumite elemente în proporții foarte mici (sutimi sau miimi de %) care micșorează granulația și îmbunătățesc călirea materialului. Astfel, oțelurile microaliate cu V (0.01...0.03%), călite și revenite înalt, au duritatea, rezistența la rupere R_m și rezistența la curgere R_p mult superioare aceluiași oțeluri fără V. Prezența unui adaos de 0.001% B (de exemplu în 40BCr10) conferă aceeași călibritate ca și 1.33% Ni + 3.1% Cr + 0.04% Mo, economisindu-se astfel elemente de aliere scumpe, deficitare și îmbunătățindu-se concomitent proprietățile mecanice. Alierea cu mai multe elemente în proporții mici influențează proprietățile oțelurilor într-o măsură mai mare decât alierea cu un singur element în cantități mari.

2.9 Oțelurile inoxidabile

Oțelurile inoxidabile sunt oțeluri înalt aliate cu Cr sau Cr și Ni, folosite în principal pentru rezistența lor împotriva coroziunii. Pe lângă Cr și Ni, oțelurile inoxidabile mai pot conține și alte elemente de aliere precum Mo, Si, Al, Mn, Nb, etc., în scopul îmbunătățirii rezistenței la coroziune. Aceste aliaje au o afinitate crescută pentru oxigen, formând o peliculă de oxid de Cr la suprafața materialului, conferindu-i acestuia inoxidabilitatea și rezistența la coroziune [7].

Ca regulă generală, rezistența la coroziune a oțelului inoxidabil crește liniar cu conținutul de Cr. Numărul elementelor de aliere și cantitatea procentuală a acestora va imprima oțelurilor inoxidabile următoarele tipuri de structuri [8]:

- feritice;
- austenitice;
- martensitice;
- austenito-feritice (oțeluri duplex).

2.9.1 Oțelurile inoxidabile feritice (0.1 – 0.35% C; 12 - 30% Cr; < 2% Ni) [9] includ clasa 430, dispun de proprietăți magnetice, au un conținut scăzut de carbon și au ca element principal de aliere Cr, în general, în proporție de 13% - 17%. Pot fi întărite prin tratament termic; se utilizează în stare recoaptă și au ductibilitate și formabilitate bună. Se utilizează pentru confecționarea plăcilor arhitecturale, la fabricarea cuvelor pentru mașinile de spălat, la fabricarea ustensilelor folosite în bucătărie (cuțite din inox, tacâmuri din inox, diferite cuve din inox, oale din inox) și la confecționarea diferitelor matrițe pentru industria grea.

2.9.2 Oțelurile inoxidabile austenitice ($\leq 0.1\%$ C; 12 - 25% Cr; 8 - 30% Ni) [9] sunt aliaje utilizate frecvent pentru aplicații inoxidabile. Clasele austenitice nu sunt magnetice. Aliajele cele mai frecvente sunt oțelurile austenitice de Fe-Cr-Ni și sunt cunoscute ca seria 300. Din cauza conținutului ridicat de Cr și Ni, sunt cele mai rezistente la coroziune din grupul oțelurilor inoxidabile. Clasa "L" oferă rezistența superioară la coroziune, datorită conținutului ridicat de Cr și Ni, dar redus de C.

2.9.3 Oțel inoxidabil - tipul 304 are cea mai largă utilizare fiind cunoscut și ca „inox alimentar” utilizându-se la confecționarea instalațiilor alimentare, echipamentelor din industria vinului, meselor de lucru, a hotelor, în industria berii, la carmangerii și în principiu în toate domeniile ce țin de industria alimentară. Alte exemple de utilizare a inoxurilor austenitice sunt: schimbătoarele de caldură, mobilierul de bucătărie și stradal, construcții cu rol decorativ (balustrade din inox, lifturi și alte structuri), dar și în industria grea pentru confecționarea diverselor piese, recipiente, cisterne etc.

2.9.4 Oțel inoxidabil -tipul 316 este utilizat în prelucrarea chimică, industria celulozei și a hârtiei, dar și în industria alimentară cu

precădere în mediile corozive. Tipul 321 este cel mai utilizat în industria petro-chimică.

2.9.5 Oțelurile inoxidabile martensitice (0,1 - 1% C; 12 - 17% Cr)

[9] sunt oțeluri înalt aliate cu un conținut de Cr între 12 - 17% și un conținut de carbon de peste 0.1%. Ele devin austenitice la 950 - 1050 °C și prin călire duc la crearea unei structuri martensitice. Aceste oțeluri sunt magnetice și au o duritate ridicată ce evoluează odată cu creșterea conținutului de carbon. Se utilizează la confecționarea produselor ce necesită o duritate ridicată (lame de ras, cuțite, foarfeci etc). Pentru o mai bună rezistență la presiune este necesară o prelucrare în prealabil a suprafeței, eventual șlefuirea materialului.

2.9.6 Oțelurile inoxidabile austenito - feritice (duplex) ($\leq 0,05\%$

C; 20 - 30% Cr; 8 - 12% Ni) [9] combină proprietățile inoxurilor feritice și a celor austenitice. Sunt utilizate datorită rezistenței mari la temperaturi (până la 1150 °C) și în medii corozive, de exemplu în industria metalurgică pentru cuptoarele de tratament termic [7].

Aliajele din oțeluri inoxidabile formează cea mai frecvent utilizată grupă de oțeluri inoxidabile, reprezentând aproximativ 70% din produse. Sunt para-magnetice și nu sunt durificabile prin tratament termic. Sunt caracterizate de un coeficient mare de elongație și prelucrabilitatea lor este medie spre scăzută. Alierea cu Ni schimbă structura acestora din feritice în austenitice. Cel mai cunoscut aliaj este 18/8 (18% Cr, 8% Ni) și are o rezistență bună la coroziune. Molibdenul poate fi adăugat pentru îmbunătățirea proprietăților mecanice. Oțelurile inoxidabile mai înalt aliate, de exemplu, cu un conținut de 26% Cr și 22% Ni, beneficiază de o rezistență mărită la coroziune. Crescând conținutul elementelor de aliere se îmbunătățește rezistența la coroziune, dar se reduce prelucrabilitatea.

Oțelurile inoxidabile sunt dificil de prelucrat datorită unor impedimente, printre care se numără și faptul că majoritatea oțelurilor inoxidabile se durifică superficial prin ecruisare în timpul deformării (de exemplu, la deformarea care are loc în momentul formării așchiilor). Carbura de Cr rezultată din structura inoxului produce sculei așchietoare o uzură prin abraziune.

Din cauza faptului că oțelurile inoxidabile sunt slab conducătoare de caldură, așchiile nu vor prelua căldura, ci tăișul sculei așchietoare va suporta o mare parte din temperatura degajată din procesul de așchiere, ceea ce constituie un dezavantaj. Un alt dezavantaj întâlnit în procesul de așchiere al inoxului este cauzat de faptul că oțelul inoxidabil este tenace, ceea ce înseamnă că în procesul de așchiere se generează momente de așchiere mari, care conduc la sarcini mari dezvoltate pe tarozi și burghie. Când sunt combinate efectele de durificare superficială, tenacitate și conductibilitate termică slabă, scula așchietoare trebuie să lucreze într-un mediu foarte nefavorabil.

Datorită tenacității inoxului așchiile rezultate din procesul de așchiere sunt lungi, caz în care există riscul ca acestea să zgârie suprafața piesei și să nu fie evacuate ușor din zona de așchiere. La prelucrarea oțelului inoxidabil se folosesc scule cu unghi de degajare pozitiv și un tăiș al sculei capabil să ridice așchia (să taie materialul), nu să o taseze. Sculele ascuțite și fixarea rigidă a acestora sunt primordiale când se prelucrează oțeluri aliate cu Ni [10].

Strunjirea oțelurilor inoxidabile, a super aliajelor și a altor materiale greu de prelucrat devine din ce în ce mai facilă, datorită modernizării echipamentelor și a introducerii conceptului HPC (High Pressure Coolant - lichid de răcire la presiune înaltă). În cele mai multe cazuri, prin simpla utilizare a lichidelor de răcire la presiuni înalte și a

unor scule moderne, productivitatea se poate mări cu cel puțin 20%, iar durabilitatea muchiei așchietoare se poate dubla.

Oțelul inoxidabil este tot mai des întâlnit în domenii precum: construcțiile supuse agenților corozivi, construcțiile artistice, medicină, domeniul construcțiilor de mașini, matrițerie, instalațiile chimice, instalațiile alimentare etc. Din acest motiv oțelul inoxidabil este și va fi un material supus studiului ingineresc, pentru care se vor găsi întotdeauna soluții inovatoare.

2.10 Alumiuniul și aliajele sale

Alumiuniul este un metal destul de dur, de culoare argintie: albă, cu greutatea specifică 2.7, care se topește la 660 °C și fierbe la 2060 °C.

Alumiuniul este un metal cu proprietăți mecanice excelente ce a determinat revoluții în multe domenii tehnologice. Deși este mult mai ușor decât alte metale, are o putere mecanică foarte mare, motiv pentru care este utilizat atât de des în domeniul aeronauticii. Mai mult decât atât, este foarte rezistent la multe forme de corozie și nu necesită costuri ridicate pentru mentenanță. Este un material "ecologic", ce poate fi reciclat de un număr nelimitat de ori, păstrându-și în același timp caracteristicile, fără a se degrada în timp. Alumiuniul beneficiază de o combinație unică și inegalabilă de proprietăți, ceea ce face ca el să fie un material de construcții versatil, funcțional și atractiv.

- Greutate

Alumiuniul este ușor și are o treime din densitatea oțelului.

- Duritate

Alumiuniul este un material durabil, cu o rezistență la tracțiune de 70...700MP, depinzând de elementele de aliere și de procesul de fabricație.

- Elasticitate

Modulul lui Young pentru aluminiu este o treime din cel al oțelului ($E=70,000$ MPa), însemnând că momentul de inerție trebuie să fie de trei ori mai mare pentru extrudarea aluminiului pentru a obține aceeași deviere ca a unui profil de oțel.

- Formabilitate

Aluminiul are o formabilitate bună, o caracteristică utilizată în extrudare. Aluminiul poate fi, de asemenea, turnat sau frezat.

- Automatizări

Aluminiul este foarte ușor de procesat. Este un metal potrivit pentru formare la cald sau la rece.

- Îmbinare

Aluminiul poate fi îmbinat folosind toate metodele disponibile, precum sudarea, lipirea, lipirea adezivă și nituirea.

- Rezistența la coroziune

Un strat subțire de oxid este format în contact cu aerul, generând o protecție eficientă contra coroziunii, chiar și în medii extrem de corozive. Acest strat poate fi ulterior întărit cu un tratament de suprafață, precum anodizarea și vopsirea în câmp electrostatic.

- Conductibilitatea

Conductibilitatea electrică și termică ale aluminiului sunt foarte bune, chiar și în comparație cu cuprul. Mai mult decât atât, un conductor din aluminiu reprezintă jumătate din echivalentul său din cupru.

Aliajele din aluminiu sunt aliaje în care materialul predominant este aluminiul (Al). Elementele ce se regăsesc de regulă în aliaje sunt Cu, Mg, Mn, Si și Zn. Există două clasificări principale ale aliajelor de aluminiu, și anume:

- aliaje turnate,
- aliajele forjate,

amândouă fiind ulterior subdivizate în categoriile tratabile termic și non-tratabile termic. Cel mai important din aliajul de aluminiu turnat este Al-Si, unde nivelurile ridicate de Si (4.0-13%) contribuie la obținerea unor bune caracteristici de turnare.

Aliajele din aluminiu sunt frecvent utilizate în structurile și componentele de inginerie, acolo unde este necesară rezistența la coroziune și o greutate redusă. Aliajele de aluminiu sunt folosite de obicei pentru a îmbunătăți proprietățile aluminiului pentru anumite structuri și componente ingineresti unde greutatea mică și rezistența la coroziune sunt importante. Cele mai importante proprietăți tehnologice ale aluminiului sunt:

- temperatura de turnare: 710...730°C;
- temperatura de prelucrare la cald: 350...450°C;
- temperatura de recoacere: 370...400°C;
- temperatura de revenire: 150°C;
- temperatura începutului de recristalizare: 150°C;
- contracția la turnare: 1,7%;
- deformarea admisibilă: 75-95%.

Aluminiul se utilizează mai mult sub forma diferitelor aliaje, care se caracterizează atât prin densitatea lor mică, cât și prin excelente proprietăți mecanice. Este deosebit de important așa-numitul duraluminiu (compoziția aproximativă: 94% Al, 4% Cu, și câte 0.5% Mg, Mn, Fe și Si). Duraluminiul este valoros prin faptul că piesele confecționate din el sunt aproape de trei ori mai ușoare decât piesele din oțel, la o rezistență egală.

Aliajele de aluminiu se clasifică în aliaje binare sau complexe și se împart în aliaje deformabile durificabile sau nedurificabile prin dispersie și aliaje de turnătorie. Din punct de vedere chimic aliajele se grupează după elementul principal de aliere care poate fi: Cu, Si, Mg, Zn și Mn; acestea se pot combina și cu alte metale care au rol secundar în alierea lor din punct de vedere al cantității. Seria care corespunde elementului de aliere cu aluminiu este prezentată în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5. Aliajele de aluminiu nedurificabile [2]

Element de aliere major	Seria
Al (99% pur)	1XXX
Cupru	2XXX
Mangan	3XXX
Siliciu	4XXX
Magneziu	5XXX
Magneziu și Siliciu	6XXX
Zinc	7XXX
Alte elemente	8XXX

Aliajele de aluminiu nedurificabile sunt cele cuprinse în seriile 1XXX, 3XXX, 5XXX, iar cele durificabile aparțin seriilor 2XXX, 6XXX, 7XXX, 8XXX. Unele aliajele de aluminiu în funcție de compoziția lor sunt superioare chiar și fontelor. Proprietățile acestora sunt următoarele:

- Rezistența mecanică la tracțiune: 15-45 daN/mm²;
- Alungirea: 0.5-18%;
- Duritatea Brinell: 50 - 130;
- Prelucrabilitate foarte bună atât metalurgic cât și mecanic;
- Sudabilitate;
- Greutate specifică redusă.

Aliajele *aluminu-cupru*, constituie una din principalele grupe din aliajele de aluminiu cu o importanță deosebită din punct de vedere tehnic [3]. Aluminiul cu cuprul formează un echilibru eutectic și solubilitate parțială. În afara cuprului se mai folosesc ca elemente de aliere: siliciul, magneziul, nichelul și titanul. *Cuprul* în adaosuri de până la 5%, durifică soluția solidă, sau formează compusul Al_2Cu , care de asemenea durifică, mărește rezistența la tracțiune și prelucrabilitatea, dar diminuează rezistența la coroziune. Se interzice prezența impurităților de cupru în aluminiul folosit în industria alimentară (vase de bucătărie, recipiente, țevi, chiuvete, etc.).

Aliajele *aluminu-siliciu* se folosesc foarte mult în turnătorii, la fabricarea pieselor pentru autovehicule și aerospațiale [4], [5], datorită proprietăților de turnare superioare (în special fluiditatea) [2], în comparație cu alte aliaje ale aluminiului. Rezistența la coroziune este bună în atmosfera obișnuită și în apa de mare pentru aliajele care au adaosuri de fier. Prelucrarea mecanică este dificilă, datorită faptului că aliajele sunt moi, elimină greu așchia și prezintă din aceste cauze aderențe pe scule. În figura 2 se prezintă diagrama de echilibru a aliajelor aluminiu-siliciu. *Siliciul* îmbunătățește proprietățile de turnare, dar scade plasticitatea. La un conținut mai mare îmbunătățește proprietățile mecanice și proprietățile anitcorozive.

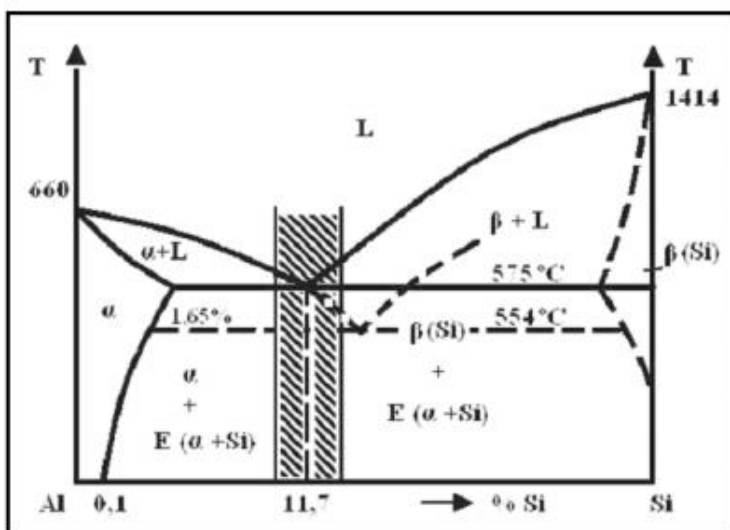


FIGURA 2. DIAGRAMA DE ECHILIBRU A ALIAJELOR ALUMINIU-SILICIU [6]

Aliajele *aluminu-magneziu* se caracterizează în primul rând prin densitatea mică și proprietăți de rezistență la coroziune ridicate, folosindu-se chiar și la construcția pieselor pentru sectorul maritim. În același timp, aliajele aluminu-magneziu prezintă proprietăți mecanice ridicate. Un mare dezavantaj al acestor aliaje este faptul că ele se oxidează puternic în stare lichidă, ceea ce împiedică o extindere de amploare în tehnică. *Magneziul* mărește rezistența mecanică și rezistența la coroziune, dar influențează negativ proprietățile de turnare (fluiditatea, segregările, tendințele de formare a crăpăturilor). Mărește sensibilitatea față de impuritățile de Fe și micșorează plasticitatea. Magneziul este cel mai important adaos în siluminuri, deoarece în urma formării compusului Mg_2Si , a cărui solubilitate variază cu temperatura, se poate aplica tratamentul termic de durificare ce îmbunătățește caracteristicilor mecanice a materialului.

Aliajele *aluminu-zinc* au în compoziție pe lângă zinc, siliciu sau magneziu. Acest tip de aliaje se caracterizează prin proprietăți de

auto durificare ridicate. Cantitățile mari de zinc, conduc aliajele spre intervale de solidificare mari și ca urmare tendința de fisurare este accentuată și etanșeitatea este scăzută. Din această cauză aliajele cu peste 15% zinc nu sunt utilizate. *Zincul* înrăutățește proprietățile de turnare, rezistența la temperaturi ridicate și la coroziune. Mărește rezistența mecanică, mai ales în prezența Cu, Mg, Mn sau Fe.

Cap. 3. Alegerea plăcuței și a corpului cuțitului

3.1 Introducere

În vederea exploatării eficiente a strungurilor CNC, se recomandă în așchiere utilizarea sculelor cu plăcuțe schimbabile. Există firme consacrate care produc o mare varietate de scule, cum ar fi Sandvik Coromat din Suedia, Iscar din Israel, Widia, Pokolm din Germania, etc. În prezent se utilizează o paletă largă de materiale de scule așchietoare.

Având în vedere varietatea de scule disponibile pe piață și multitudinea informațiilor despre acestea, cercetările în domeniu privind selecția celor mai adecvate scule pentru procesele de prelucrare pe strunguri CNC sunt de mare actualitate. O sculă așchietoare, chiar dacă este standardizată, înglobează mai multe informații de ordin geometric și tehnologic. De aceea pe lângă cataloagele cu scule așchietoare, este foarte utilă folosirea unor baze de date cu scule, gestionate cu ajutorul calculatorului.

Selecția sculei pentru o anumită fază de prelucrare cuprinde două etape de bază. Mai întâi trebuie selectată din punctul de vedere al geometriei acesteia, iar apoi din punctul de vedere al parametrilor tehnologici.

Principala influență asupra alegerii sculelor la prelucrările pe strungurile CNC, din punctul de vedere al geometriei, este geometria piesei. La strunjire, spre deosebire de frezare, geometria sculelor posibile pentru o anumită fază de prelucrare este mult mai variată. Din punct de vedere constructiv, sistemul complet de sculă pentru strunguri CNC sau centre de strunjire se compune din două unități principale, și

anume *port sculă* și *scula așchietoare*. Cuțitul este format din mai multe elemente componente, de regulă standardizate (figura 3).

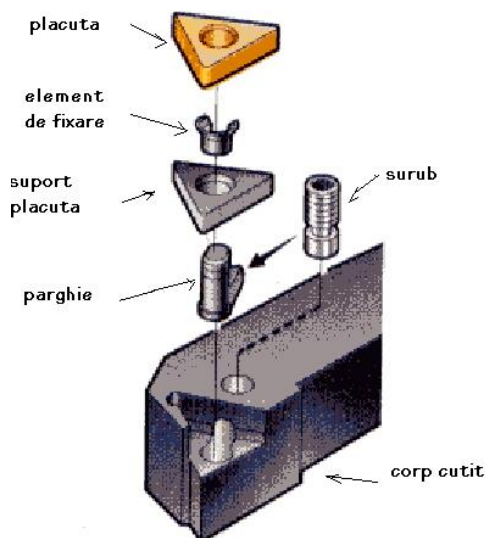


FIGURA 3. FIXAREA PLĂCUȚEI ÎN CORPUL CUȚITULUI [11]

Metodele de selecție a sculei diferă în ceea ce privește *specificul fazei* (prelucrare de degroșare, semifinisare, finisare), *localizarea suprafeței* (exterioară sau interioară), precum și *tipul suprafeței* (cilindrică, frontală, sferică, elicoidală, canelată, etc.).

Selecția sculelor poate începe după stabilirea strungului CNC, a modului de prindere a sculei în capul revolver și a operațiilor/fazelor de prelucrare. Obiectivul principal al modului de selecție al sculei este găsirea acelor scule complete (corpuri de cuțite și plăcuțe) care respectând un anumit criteriu impus, asigură cerințele geometrice și tehnologice ale prelucrării.

În vederea găsirii unei metodologii de alegere a sculei din punctul de vedere al geometriei acesteia, trebuie luați în considerare toți parametrii geometrici ai sculei, așa cum sunt codificați în conformitate cu reglementările ISO, iar apoi studiați și selectați cei care prezintă

interes din punctul de vedere al prelucrării pe strunguri CNC. Efectul parametrilor geometrici ai sculei asupra procesului de aşchiere este diferit, de aceea aceştia trebuie selectaţi într-o ordine logică.

3.2 Alegerea sistemului de prindere a plăcuţei

În standardul ISO există patru tipuri de sisteme de prindere standardizate şi anume C, P, M şi S (figura 4), iar catalogul Sandvik Coromat mai recomandă tipul D. Tipul C este recomandat doar pentru fazele de finisare, iar tipurile M, S şi P sunt recomandate pentru fazele de degroşare. Spre deosebire de sistemele M şi S, tipul P asigură o prindere mai rigidă şi o curgere neobstrucţionată a aşchii. Tipul de sistem de fixare a plăcuţei asigură un anumit unghi de degajare γ standardizat. La un unghi de degajare negativ se pot utiliza plăcuţe cu două feţe, spre deosebire de situaţia în care γ este neutru sau pozitiv, când se pot utiliza plăcuţe cu o singură faţă (figura 5).

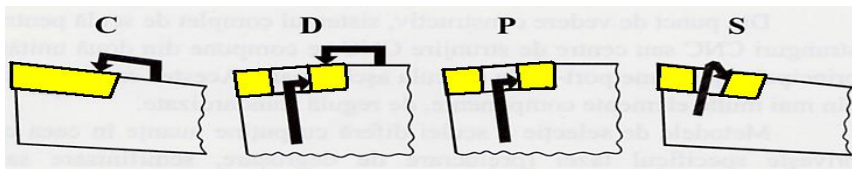


FIGURA 4. TIPURI DE SISTEME DE PRINDERE A PLĂCUŢEI [11]

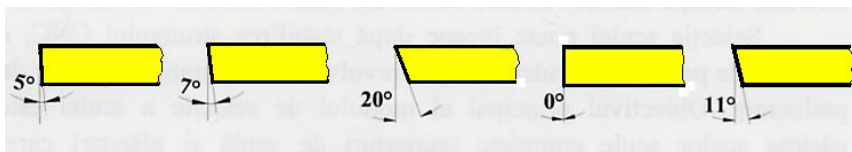


FIGURA 5. UNGHIURILE DE AŞEZARE STANDARDIZATE [11]

3.3 Selecţia geometriei corpului cuţitului

În această etapă, cel mai important parametru este unghiul de atac principal χ_r . În figura 6 sunt reprezentate unghiurile de atac principale standardizate pentru principalele scule utilizate la prelucrările

exterioare. Unghiurile de atac sunt similare și la sculele pentru prelucrări interioare. Unghiul de atac influențează forța axială F_x și radială F_y , adâncimea maximă de așchiere t_{max} și durabilitatea sculei T . De exemplu, o creștere a unghiului de atac principal χ_r duce la o creștere a forței F_x și a adâncimii de așchiere t_{max} și o descreștere a forței radiale F_y și a durabilității T . Parametrii geometrici ai sculei, și anume înălțimea, lățimea și lungimea sculei, afectează rigiditatea acesteia. Este important de menționat că unghiul de atac principal constructiv trebuie astfel ales încât, la așchieria suprafețelor profilate, unghiul de atac secundar să evite interferența sculă-piesă.

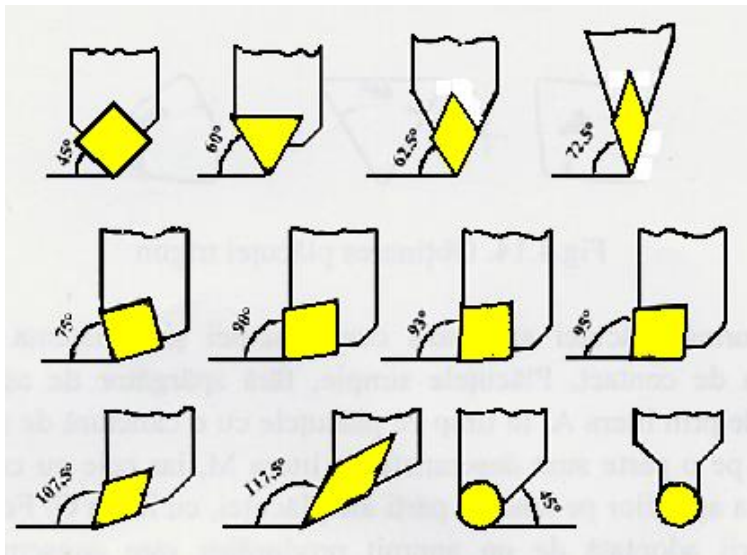


FIGURA 6. UNGHIURILE DE ATAC STANDARDIZATE [11]

3.4 Selecția geometriei plăcuței

3.4.1 Forma plăcuței

Acest parametru determină unghiul plăcuței ε_r , numărul muchiilor așchietoare, volumul de material al plăcuței și spărgătorul de așchii. În figura 7 sunt ilustrate unghiurile standardizate ale plăcuței așchietoare, după catalogul Sandvik Coromat.

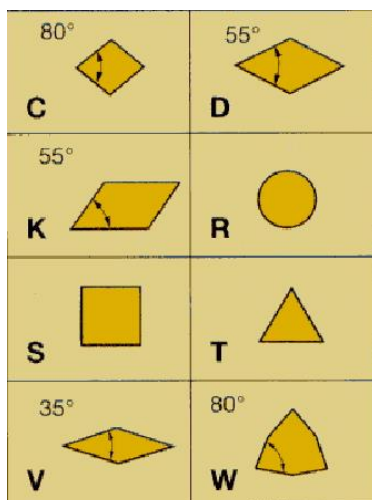


FIGURA 7. FORMA GEOMETRICĂ STANDARDIZATE A PLĂCUȚELOR AȘCHietoARE [11]

Plăcuța numită „trigon”, cu unghiul la vârf de 80°, s-a obținut din combinarea plăcuței rombice de 80°, mai rezistentă și cu doar maxim 4 poziționări ale muchiei așchietoare, cu plăcuța triunghiulară, cu 6 poziționări ale muchiei așchietoare (figura 8). Astfel, a rezultat o plăcuță rezistentă, cu 6 poziționări ale muchiei așchietoare.



FIGURA 8. OBȚINEREA PLĂCUȚEI TRIGON [11]

Forma plăcuței afectează costul sculei și rezistența sculei la presiune de contact. Plăcuțele simple, fără spărgător de așchii, sunt codificate prin litera A, în timp ce plăcuțele cu o canelură de spargere a așchiilor pe o parte sunt codificate cu litera M, iar cele cu caneluri de spargere a așchiilor pe ambele părți ale plăcuței, cu litera G. Forma

reală a canelurii adoptată de un anumit producător este consemnată prin adăugarea unui număr, de pildă, G15 sau G61. Spărgătorul de aşchii slăbeşte muchia aşchietoare, tipul A fiind cel mai rezistent, iar G cel mai puţin rezistent (figura 9).

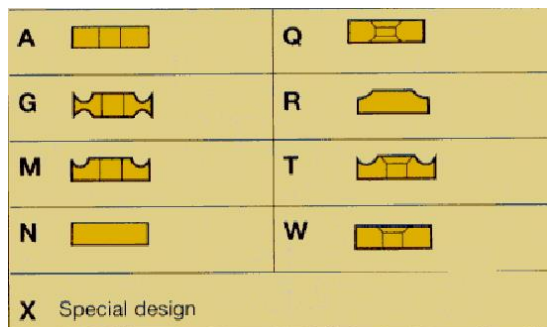


FIGURA 9. PLĂCUŢE CU/FĂRĂ SPĂRGĂTOR DE AŞCHII [11]

3.4.2 Mărimea plăcuţei

Acest parametru se referă la lungimea muchiei aşchietoare a plăcuţei l_m şi afectează costul plăcuţei şi adâncimea maximă de aşchiere t_{max} , conform figurii 10.

iC mm	iC inch	C	D	R	S	T	V	W	K
3,97	5,32"			05		06			
5,0						09			
5,56	7/32"								
6,0				06					
6,35	1/4"	06	07			11	11		
8,0				08					
9,525	3/8"	09	11	09	09	16	16	06	16*)
10,0				10					
12,0				12					
12,7	1/2"	12	15	12	12	22	22	08	
15,875	5/8"	16		15	15	27			
16,0				16					
19,05	3/4"	19		19	19	33			
20,0				20					
25,0				25					
25,4	1"	25		25	25				
31,75				31					
32				32					

FIGURA 10. EXEMPLE DE MĂRIMI ALE DIFERITELOR TIPURI DE PLĂCUŢE DIN CATALOGUL SANDVIK COROMAT [11]

3.4.3 Grosimea plăcuței

Acest parametru influențează rezistența și costul plăcuței (figura 11).

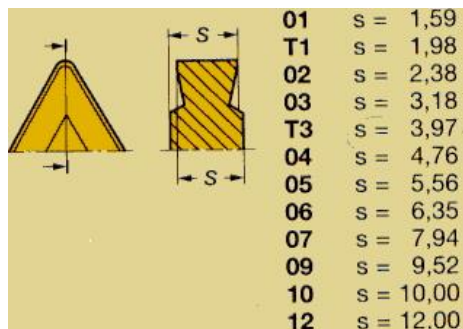


FIGURA 11. CODIFICAREA GROSIMII PLĂCUȚELOR [11]

3.4.4 Raza la vârf a plăcuței

Acest parametru este standardizat, afectează durabilitatea, rezistența sculei, forța principală și radială de așchiere, calitatea suprafeței obținute, etc.(conform figurii 12).

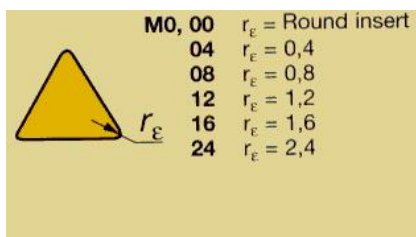


FIGURA 12. CODIFICAREA GROSIMII PLĂCUȚELOR, CONFORM CATALOGULUI SANDVIK COROMAT [11]

Selecția sculei/sculelor posibile trebuie să aibă în vedere mai întâi mărimea adaosului de prelucrare ce trebuie îndepărtat și împărțirea pe zone a acestui adaos. Apoi scula trebuie asociată fazei de prelucrare considerate. Problema găsirii setului adecvat de scule are două etape:

1. Găsirea tuturor sculelor posibile, care pot prelucra zonele respective – aspectul este foarte important la prelucrarea suprafețelor profilate;
2. Alegerea setului adecvat de scule, dintre sculele posibile.

Selecția sculelor posibile pentru fiecare zonă în parte duce la obținerea unui set de scule probabil mai mare decât numărul de poziții disponibile în capul revolver și acest lucru complică mult managementul sculelor. De aceea, numărul de scule trebuie limitat. Când o anumită sculă așchiitoare este selectată, șansa ei de a fi selectată din nou crește semnificativ, deoarece costul manipulării sculelor și reglării lor poate fi împărțit între mai multe operații/faze de prelucrare. Ordinea de selecție a sculelor dă indicații asupra succesiunii derulării fazelor de prelucrare.

Faptul că, în unele situații, o sculă se poate folosi la mai multe faze de prelucrare de același tip, impune selectarea acelor faze într-un grup de faze. Cu toate acestea, criteriile de alegere a sculelor trebuie astfel restrânse încât fazele din aceeași grupă să poată fi executate cu scula aleasă.

Datorită diferențelor între operațiile/fazele de degroșare și finisare, deși metodologia de selecție a sculelor posibile este aceeași, există totuși unele deosebiri. La prelucrările uzuale ale suprafețelor cilindrice și frontale exterioare/interioare, selecția geometriei sculelor este mai simplă decât în cazul suprafețelor profilate sau a prelucrărilor după umăr. Dacă prelucrarea cu o simplă sculă nu este posibilă din cauza geometriei piesei, atunci trebuie utilizată o combinație de scule cu geometrie diferită, și anume scule pe dreapta, pe stânga și neutre. Cantitatea de material ce trebuie îndepărtată se împarte într-un număr de

zone, fiecare dintre ele putând fi prelucrată cu o anumită sculă. De regulă, sunt mai multe soluții, din care se alege cea mai bună.

3.5 Selecția sculelor așchietoare din punctul de vedere al parametrilor tehnologici

Așa cum principala influență în alegerea geometriei sculei este geometria piesei, în aceeași măsură alegerea materialului sculei este influențată de materialul semifabricatului de prelucrat.

Selecția sculei din punctul de vedere al parametrilor tehnologici depinde, în primul rând, de combinația de material, sculă-piesă. Datorită materialelor performante ale sculelor așchietoare, vitezele de așchiere sunt mult mărite. Actualmente se utilizează o gamă largă de materiale așchietoare.

Variația proprietăților sculei (rezistență/duritate la cald, tenacitate) este reală, nu numai comparând diverse materiale de scule așchietoare, precum oțel rapid, aliajele dure, nitrură cubică de bor, dar și comparând diferitele compoziții în cadrul aceleiași clase de materiale, cum ar fi diversele grupe de utilizare ale aliajelor dure sau diversele tipuri de materiale ceramice. La ora actuală aproximativ 80% dintre plăcuțele din aliaje dure utilizate la strunjire sunt acoperite cu straturi dure. Straturile dure depuse prin una din cele două tehnici de depunere din vapori, CVD (depuneri chimice de vapori) și PVD (depuneri fizice de vapori), sunt de ordinul micronilor.

Plăcuța dură poate fi acoperită cu un singur strat dur TiC, TiN, Al₂O₃ sau straturi multiple, de exemplu TiN, Al₂O₃, Ti(C,N) [12].

Cap. 4. Prezentarea aplicației CoroGuide

În alegerea sculelor pentru prelucrarea unei piese de revoluție sau prismatică se parcurg următoarele etape:

1. Într-un browser de internet (Google Chrome, Firefox, etc.) se introduce linkul: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>

2. Prin accesarea linkului de mai sus se deschide fereastra ilustrată în figura 23;

3. Accesând *CoroPlus ToolGuide* se deschide o nouă fereastră (conform figurii 24) în care avem posibilitatea să alegem tipul prelucrării pe care dorim să o efectuăm. Avem posibilitatea să prelucrăm piese de revoluție sau piese prismatice;

4. În cazul selectării prelucrării unei *piese de revoluție* se deschide un nou meniu unde avem posibilitatea selectării tipului de prelucrare (strunjire exterioară, strunjire interioară, filet exterior, debitare, degajare, găurire pe strung dar și filetarea unei găuri), așa cum este ilustrat în figura 25;

5. În cazul în care dorim prelucrarea unui *canal de pană* de exemplu sau a unei *găuri* într-o piesă de *formă prismatică*, a unui *buzunar* prin frezare sau a unei *suprafețe profilate* folosim meniul prezentat în figura 26;

6. Fiecare din meniurile de mai sus cuprind prelucrări corespunzătoare suprafețelor la care se face referire. De exemplu:

- Prelucrarea unei găuri, într-o piesă de revoluție (figura 27);
- Retezarea (debitarea) și canelarea (figura 28);
- Filetarea (figura 29);

7. Alegerea materialului piesei se realizează conform figurii 30, având posibilitatea prelucrării oțelurilor, fontelor, aluminiului, oțelurilor înalt aliate, oțelurilor inoxidabile, etc. În bara de căutare se alege materialul din care este confecționată piesa ce urmează a fi prelucrată. După selectarea materialului acesta o să fie vizibil în partea din stânga a meniului aplicației Tool CoroGuide;

8. Alegerea mașinii-unelte cu ajutorul căreia se face prelucrarea;

9. Introducerea parametrilor necesari calculului regimului de așchiere, respectiv a timpului de bază propriu-zis.

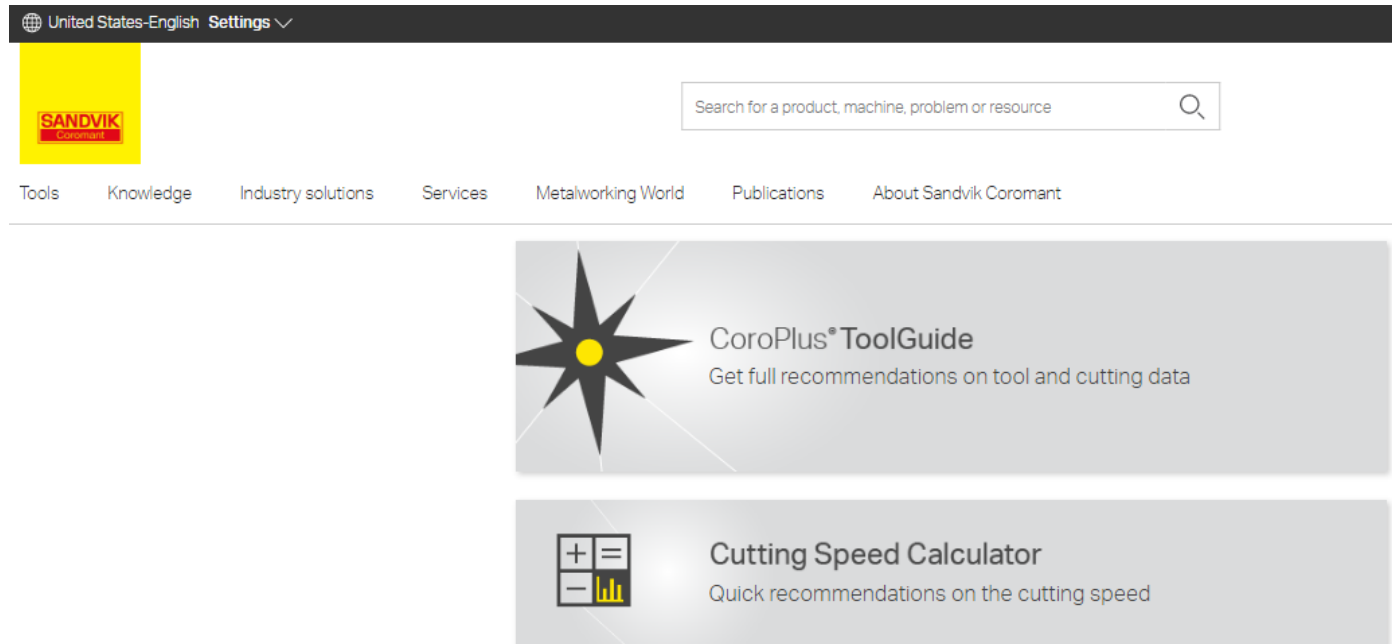


FIGURA 23. INTERFAȚA APLICAȚIEI COROPLUS TOOLGUIDE [11]

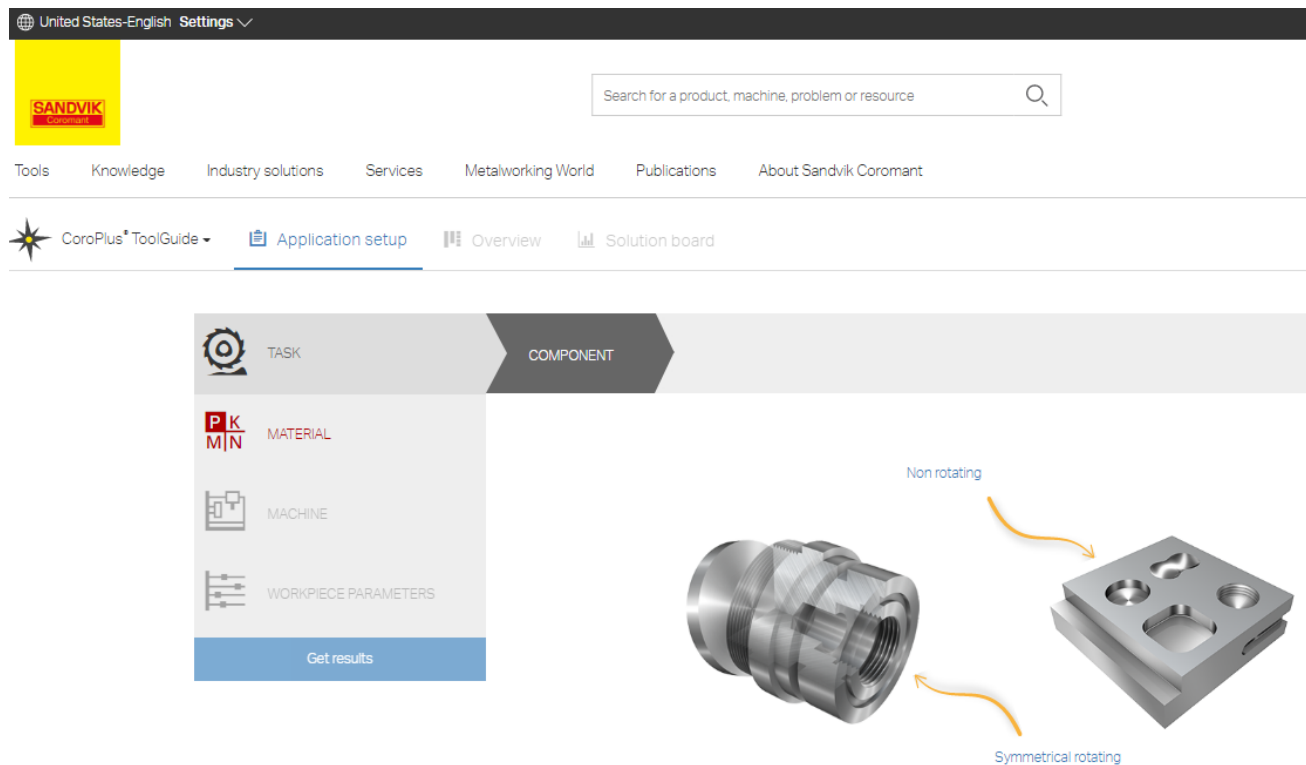


FIGURA 24. PRELUCRAREA PIESELOR DE REVOLUȚIE ȘI PRISMATICE [11]

The image shows a screenshot of the Sandvik Coromant website. At the top, there is a navigation bar with the text "United States-English Settings" and a search bar containing the text "Search for a product, machine, problem or resource". Below the search bar, there is a menu with items: "Tools", "Knowledge", "Industry solutions", "Services", "Metalworking World", "Publications", and "About Sandvik Coromant".

The main content area features a navigation bar with "CoroPlus ToolGuide" and "Application setup" (highlighted), "Overview", and "Solution board". Below this, there is a sidebar menu with the following options: "TASK" (with a gear icon), "MATERIAL" (with a "P K M N" icon), "MACHINE" (with a machine icon), and "WORKPIECE PARAMETERS" (with a list icon). A "Get results" button is located at the bottom of the sidebar.

The main content area displays a 3D model of a threaded component. The model is labeled with "SYMMETRICAL ROTATING" and "COMPONENT". The 3D model is annotated with labels: "Thread", "Parting and Groove", "External", "Hole in rotation component", and "Internal".

FIGURA 25. POSIBILITĂȚI DE PRELUCRARE A PIESELOR DE REVOLUȚIE [11]



FIGURA 26. PRELUCRAREA UNEI PIESE PRISMATICE [11]

Hole in rotation component

PK
M/N Low-alloy steel
P2.1.Z.AN • 175 HB

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

DM: 16 mm
DEPTHMF: 50 mm
TCHA: Not set

Get results

Working conditions

Stability of fixturing
Good stability

Good conditions

Blind hole function property
HOLE FUNCTION PROPERTY

Machined diameter
DM 16 mm

Depth of machining feature
DEPTHMF 50 mm

Achievable hole tolerance
TCHA ---

Upper diameter tolerance
DTOLU mm

Lower diameter tolerance
DTOLL mm

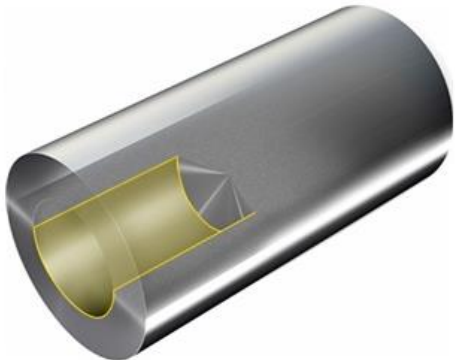


FIGURA 27. GĂURIREA UNEI PIESE DE REVOLUȚIE [11]

Hole in rotation component

COMPONENT

SYMMETRICAL ROTATING

PARTING AND GROOVE

PK
M|N

Low-alloy steel
P2.1.Z.AN + 175 HB

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

DM
16 mm

DEPTHMF
50 mm

TCHA
Not set

Get results

Parting of tube

Internal groove

Internal groove full radius

Parting of bar

Face groove

Face groove full radius

External groove

External groove full radius

FIGURA 28. RETEZAREA ȘI CANELAREA [11]

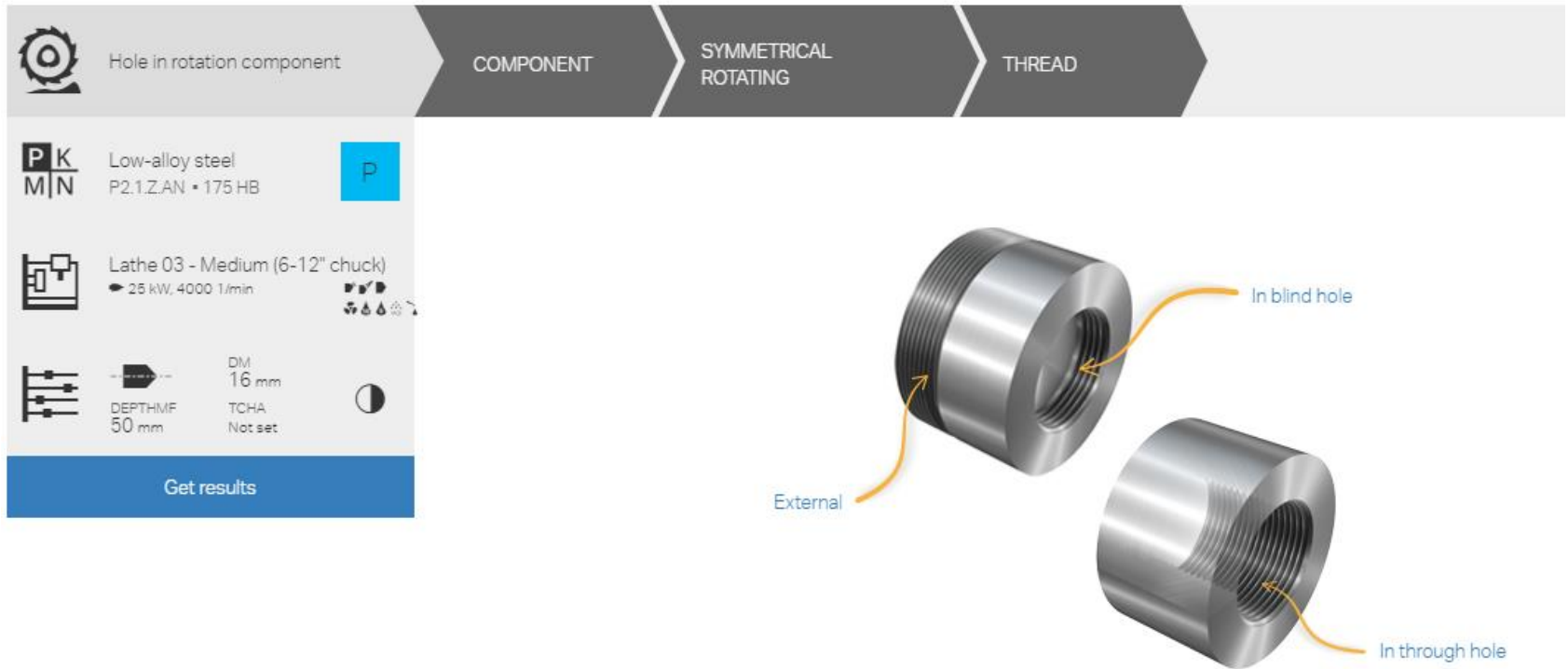


FIGURA 29. FILETAREA INTERIOARĂ ȘI EXTERIOARĂ [11]

Hole in rotation component

Low-alloy steel
P2.1.Z.AN • 175 HB

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

DM 16 mm
TCHA Not set
DEPTHMF 50 mm

Get results

Search

1 - 7 of 7

P	Low-alloy steel Show aliases ...	175 HB P2.1.Z.AN	M	Austenitic stainless steel	200 HB M1.0.Z.AQ
K	Grey cast iron	245 HB K2.2.CUT	N	Aluminium based alloy	90 HB N1.3.C.AG
S	Nickel based super alloy	350 HB S2.0.Z.AG	H	Extra hard steel	60 HRC H1.3.Z.HA
O	O1.0.0.X0	50 HV O1.0.0.X0			

FIGURA 30. TIPURI DE MATERIALE DISPONIBILE ÎN APLICAȚIE [11]

Cap. 5. Proiectarea procesului tehnologic

Proiectarea unui proces tehnologic este exemplificată în cazul unei **piese de tip arbore** și cuprinde: întocmirea itinerarului tehnologic, determinarea adaosurilor de prelucrare și dimesiunilor intermediare, alegerea sculelor așchietoare necesare procesului de fabricație, stabilirea regimurilor de așchiere, precum și calculul normelor tehnice de timp pentru producția de serie mică de fabricație.

Datorită importanței pe care o au arborii, în construcția de mașini, se acordă o importanță deosebită la calculul și construcția lor. În timpul prelucrării arborilor, trebuie respectată coaxialitatea și cilindricitatea suprafețelor de revoluție. Cotarea este simplă, folosindu-se o singură suprafață de cotare, ceea ce simplifică mult executarea piesei.

Arborii sunt organe de mașini care se rotesc în jurul axei geometrice proprii și care transmit momente de torsiune prin intermediul altor organe pe care le susțin sau cu care sunt asamblați (role, roți dințate, biele, cuplaje). În funcție de variantele constructive, există trei tipuri de arbori: **drepti, cotiți și flexibili**.

- **Arborii drepti** au rolul de a susține alte organe de mașini aflate în mișcare de rotație.

- **Arborii cotiți** se prelucrează pentru a contribui la transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație.

- **Arborii flexibili** se întâlnesc acolo unde axa lor geometrică trebuie să urmărească un traseu ușor sinuos și variabil în timp.

Arborii sunt frecvent utilizați în transmisiile mecanice, secțiunea transversală a acestora, pe lungime, putând fi constantă sau variabilă, depinzând de repartiția sarcinilor (momente de torsiune,

momente de încovoiere, forțe axiale etc.) în lungul axei lor și de tehnologia de execuție și montaj aleasă. Când arborii sunt solicitați la torsiune și încovoiere, se utilizează secțiunea variabilă în trepte, aceasta asigurând următoarele avantaje:

- apropierea axului de o grindă de egală rezistență la încovoiere;
- prezența unor umeri de sprijin pentru fixarea axială a organelor de mașini susținute;
- montajul ușor al acestor organe de mașini fără deteriorarea altor suprafețe ale axului.

În cazul arborilor de dimensiuni mari, unele trepte de trecere se execută conic, arborele apropiindu-se și mai mult de o grindă de egală rezistență la încovoiere.

Principalele **domenii de utilizare** a arborilor sunt:

- reductoarele de turații cu axe fixe;
- transmisiile automobilelor, tractoarelor, mașinilor agricole, utilaje tehnologice, mașinilor unelte;
- toate transmisiile cu angrenaje etc.

Arborii se execută de regulă, din oțeluri, carbon sau aliate, iar în cazul unor dimensiuni foarte mari din fontă. Oțelurile aliate se recomandă în cazul când pinionul este executat din astfel de oțeluri în cazul arborilor puternic solicitați și cu restricții de gabarit, de exemplu la osiile autovehiculelor.

Desenul de execuție al piesei de tip arbore considerată, și a cărei tehnologie este proiectată, este prezentat în figura 30.0.

Materialul din care este executată piesa este un oțel laminat la cald Ck 45 (stare normalizată) cu secțiune circulară, conform STAS

880-80 (tabelul 5.1), EN 10083-2, ale cărui caracteristici mecanice și tehnologice sunt indicate în tabelul 5.2.

Tabelul 5.1. Compoziția chimică a oțelului Ck45

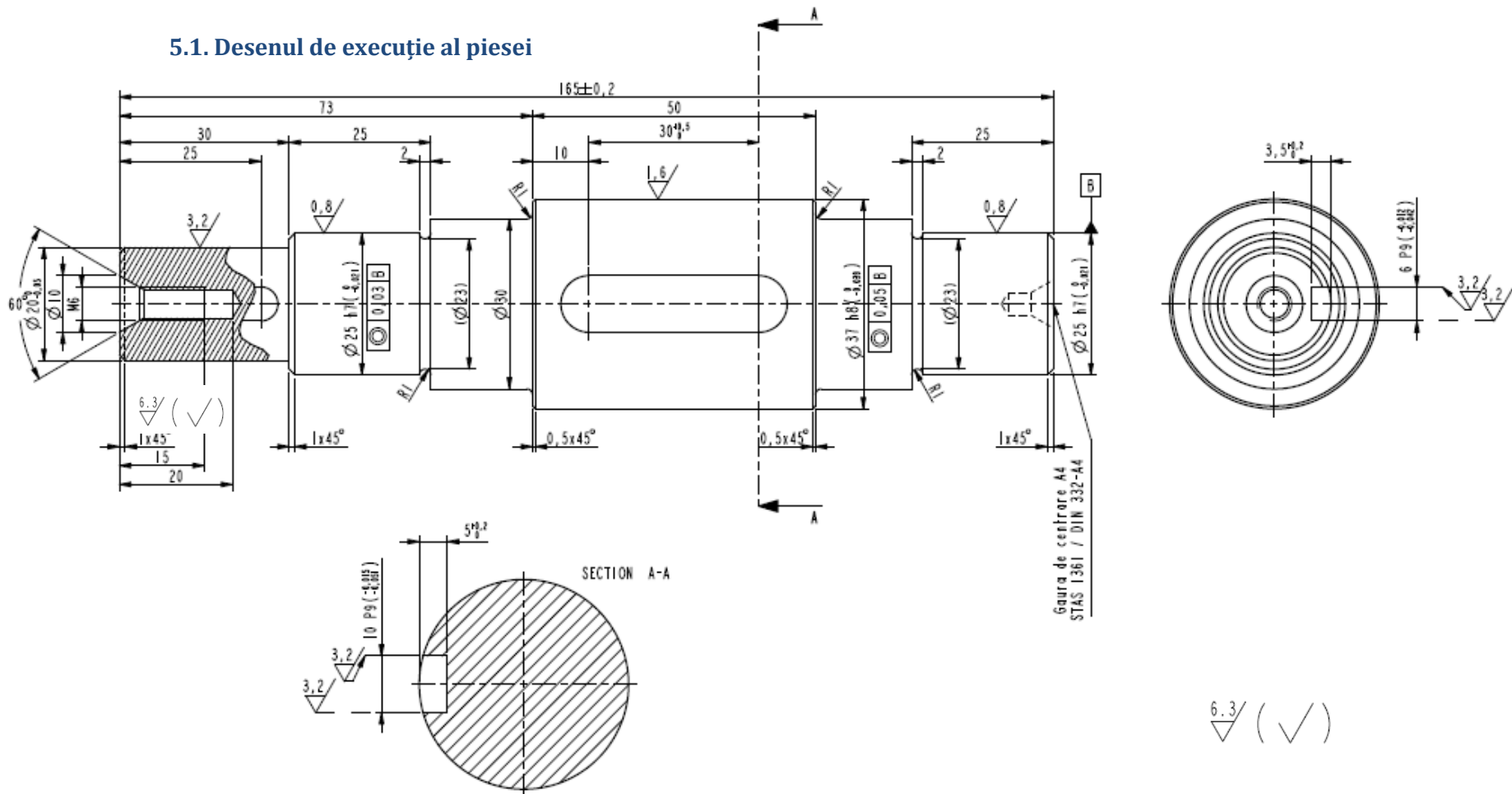
Marca oțelului	Compoziția chimică %			
	C	Mn	P	S
Ck 45	0.42...0.50	0.50...0.80	Max. 0.045	Max. 0.040

Tabelul 5.2. Caracteristicile mecanice și tehnologice ale oțelului Ck 45

Marca oțelului	Tratament termic ^{*)}	Rezistența limită de curgere $R_{p0.2}$ [MPa]	Rezistența de rupere de tracțiune R_m [MPa]	Duritatea Brinell în stare de livrare	
				Normalizat	Recopt
CK 45	N	360	min. 610	207	235
	C, R	490	899	-	-

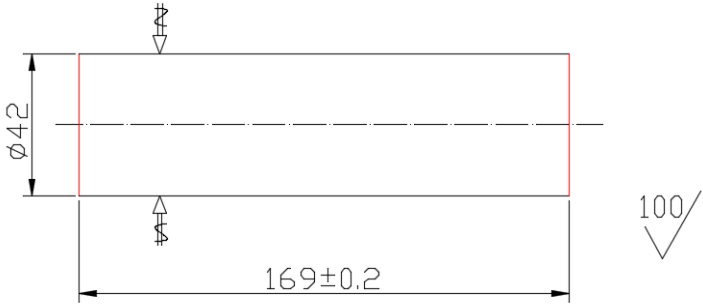
^{*)} N – normalizare, C – călire, R – revenire înaltă

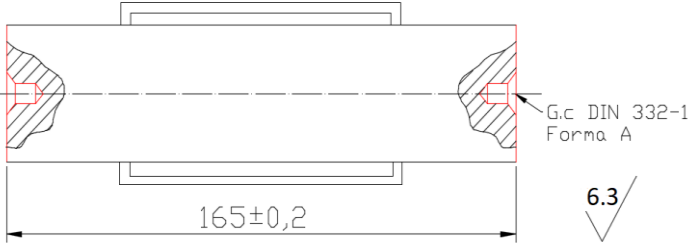
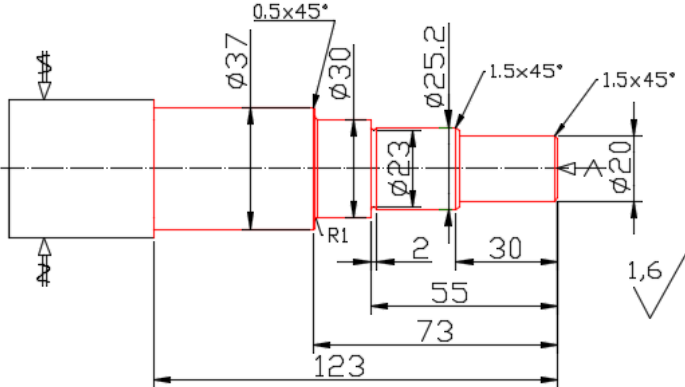
5.1. Desenul de execuție al piesei

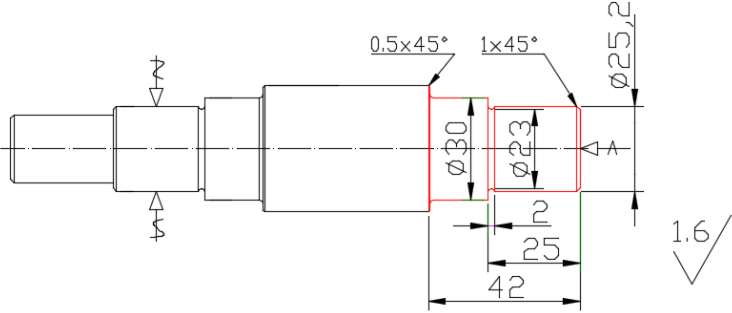


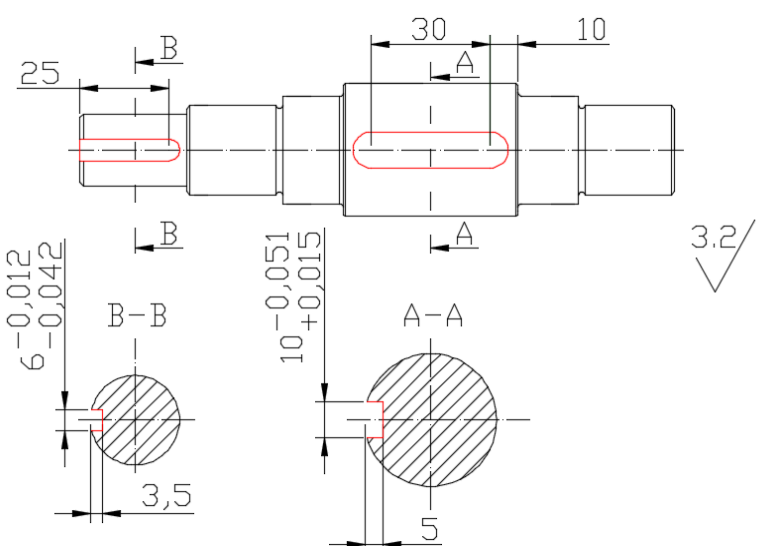
FIGURĂ 30.0 DESENUL DE EXECUȚIE AL PIESEI

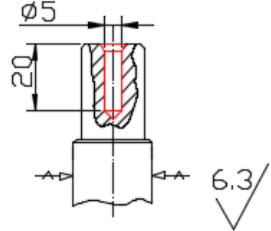
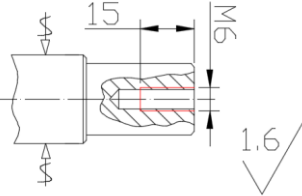
5.2. Itinerarul tehnologic al piesei

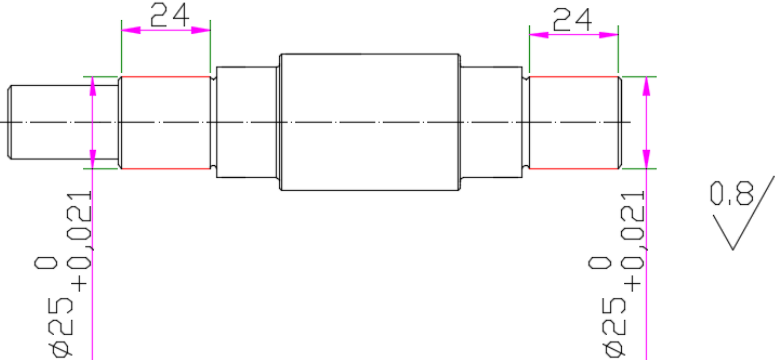
Nr. crt.	Denumire operație	Schița operației	Mașina-unealtă	SDV (Scule, Dispozitive, Verificatoare)	Observații
1.	Debitare IT 16	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a diameter of $\varnothing 42$ mm and a length of 169 ± 0.2 mm. A surface texture symbol with a value of 100 is shown on the right side of the cylinder. A surface finish symbol with a value of 4 is shown on the top and bottom surfaces of the cylinder.</p>	Ferăstrău alternativ	S: pânză de ferăstrău D: menghină V: ruletă	

2.	Planare și centruire IT 12		Mașină de planat și centruit	S: freză cilindro-frontală și burghiu de centrare D: dispozitiv special V: șubler	Gaură de centrare DIN 332-1 Forma A
3.	Strunjire de degroșare și finisare capăt I IT 10		Strung CNC Lynx 220	S: cuțite cu plăcuțe din carbură metalică D: universalul cu trei bacuri și vârful păpușii mobile V: șubler	

4.	Strunjire de degroșare și finisare capăt II IT 10	 <p>Technical drawing of a shaft with various diameters and features. The drawing shows a shaft with a diameter of $\varnothing 25,2$ at the right end. A section of the shaft is highlighted in red, showing a diameter of $\varnothing 30$ and a diameter of $\varnothing 23$. The length of this section is 42. The drawing also shows a chamfered end with a diameter of $\varnothing 23$ and a length of 25. The chamfer angle is $1 \times 45^\circ$. A chamfered end with a diameter of $\varnothing 30$ and a length of 2 is also shown. The chamfer angle is $0,5 \times 45^\circ$. A surface texture symbol is shown on the left end of the shaft. A surface texture symbol with a value of 1.6 is shown on the right end of the shaft.</p>	Strung CNC Lynx 220	S: cuțite cu plăcuțe din carbură metalică D: universalul cu trei bacuri V: șubler	
----	--	--	------------------------	---	--

5.	Frezare canale de pană IT 11	 <p>Technical drawing of a shaft with a keyway. The drawing includes a side view with dimensions 25, B, 30, A, and 10. Two cross-sections, B-B and A-A, are shown. Cross-section B-B has a diameter of 6 with a tolerance of $-0,012$ to $-0,042$ and a width of 3,5. Cross-section A-A has a diameter of 10 with a tolerance of $-0,051$ to $+0,015$ and a width of 5. A surface finish symbol indicates a Ra of 3.2.</p>	Centru de prelucrare CNC HAAS VF2	S: Freza deget D: Menghină V: Şubler	
----	------------------------------	--	-----------------------------------	--	--

6.	Găurire IT 12		Centru de prelucrare CNC HAAS VF2	S: burghiu elicoidal D: menhină V: șubler	
7.	Filetare IT 10		Strung CNC Lynx 220	S: tarod D: menhină V: calibru	Filet ISO METRIC DIN 336 Tip filet M6x1
8.	Control intermediar	Se verifică cotele rezultate din operațiile precedente		V: șubler	
9	Tratament termic	Normalizare			

10.	Rectificare cilindrică IT 9	 <p>Technical drawing of a shaft with two cylindrical sections of length 24 mm and diameter 25 mm. The diameter is specified as $\varnothing 25_{+0.021}^0$. A surface texture symbol indicates 0.8.</p>	Mașină de rectificat cilindric WMW 450	S: disc abraziv D: inima de antrenare și vârf mobil V: micrometru	
11.	Control final	Se verifică cotele din desenul de execuție al piesei		V: Șubler, micrometru	

5.3. Calculul adaosurilor de prelucrare și al dimensiunilor intermediare

Se calculează adaosurile de prelucrare și dimensiunile intermediare pentru două suprafețe: tronsonul cu diametrul cel mai mare $\varnothing 37_{-0.039}^0 \text{ mm}$ și suprafața frontală *lungime* $l = 165 \pm 0.2 \text{ mm}$

5.3.1 Calculul adaosurilor de prelucrare și a dimensiunilor intermediare $\varnothing 37_{-0.039}^0$

1. Treapta de precizie IT se alege din Anexa 6 pentru fiecare prelucrare în parte, ținând cont de corelația dintre treapta de precizie și metoda de prelucrare.
2. Toleranța T se alege din Anexa 2 pentru fiecare prelucrare în parte ținând cont de treapta de precizie corespunzătoare acesteia.
3. Înălțimea microneregularităților profilului R_z , rezultată la prelucrarea precedentă, va intra ca element component în relația de calcul a adaosului de prelucrare. Pentru bara laminată (semifabricat), R_z se alege din Anexa 4.
4. Adâncimea stratului superficial defect S rezultat la prelucrarea precedentă trebuie îndepărtat prin așchiere. Adâncimea S a acestui strat va intra, de asemenea, ca element component în relația de calcul a adaosului. Pentru bara laminată (semifabricat), S se alege din Anexa 4.
5. Înălțimea microneregularităților profilului R_z și adâncimea stratului superficial defect S pentru celelalte prelucrări se alege din Anexa 5.
6. Abaterile spațiale care trebuie luate în considerare la calculul adaosului de prelucrare pentru suprafețele de revoluție ale

pieselor de tip arbore, prelucrarea între vârfuri, sunt curbarea (abaterea de la rectilinitate a axei) și eroarea de centrare. În cazul prelucrării între vârfuri curbarea locală $\rho_c = 2 \cdot \Delta_c \cdot l_c$, iar curbarea totală se va calcula cu relația $\rho_{c \max} = \Delta_c \cdot l$ [μm]. Curbarea specifică se alege din Anexa 9 în funcție de lungimea semifabricatului laminat și caracteristica barei laminate.

Calculul abaterii spațiale totale

1. La semifabricat

$$\rho_{sf \max} = \Delta_c \cdot l \quad (\text{rel 1., Anexa 9})$$

Unde:

- Δ_c – reprezintă curbarea specifică a semifabricatului laminat la cald, exprimată în $\mu\text{m}/\text{mm}$;
- l – lungimea totală a semifabricatului, exprimată în mm.

$$\rho_{sf \max} = 1 \cdot 165 = 165 \mu\text{m}$$

2. La strunjirea de degroșare

$$\rho_2 = k_2 \cdot \rho_{sf \max} \quad (\text{rel 4., Anexa 9})$$

Unde:

- k_2 – coeficient de micșorare, care se alege din Anexa 11 în funcție de faza tehnologică.

$$\rho_2 = 0.06 \cdot 165 = 9.9 \mu\text{m}$$

3. La strunjirea de finisare

$$\rho_3 = k_3 \cdot \rho_{sf \max} \quad (\text{rel 4., Anexa 9})$$

Unde:

- k_3 – coeficient de micșorare, care se alege din Anexa 11 în funcție de faza tehnologică.

$$\rho_3 = 0.025 \cdot 165 = 4.125 \mu m \quad (\text{rel 4., Anexa 9})$$

Calculul erorii de fixare în direcție radială, în cazul în care fixarea semifabricatului se realizează în universalul cu trei bacuri

- în cazul semifabricatului valoarea erorii de fixare este întotdeauna 0.
- la executarea mai multor faze de prelucrare pe aceeași suprafață, cu o singură fixare a semifabricatului, valorile indicate în Anexa 7 se vor lua numai pentru prima fază tehnologică ε_2 .
- pentru faza următoare $\varepsilon_3 = k \cdot \varepsilon_2 + \varepsilon_{ind}$ (rel. 1, Anexa 7)

unde:

$k = 0.06$ – coeficient de micșorare;

ε_2 – eroarea de fixare la prima fază;

ε_{ind} – eroarea de indexare, se va lua 50 μm .

- la bazarea pe dorn se va considera eroarea de fixare în direcție radială în funcție de modul de fixare al dornului: în universal, în dispozitiv de fixare, etc. La prinderea dornului între vârfuri, eroarea de fixare în direcția radială este 0.

1. La semifabricat

$$\varepsilon_1 = 0$$

2. La strunjirea de degroșare

$$\varepsilon_2 = 80 \mu m \quad (\text{Anexa 7})$$

3. La strunjirea de finisare

$$\varepsilon_3 = 0.06 \cdot 80 + 50 = 54.8 \mu\text{m}$$

Calculul adaosului de prelucrare minim

$$2A_{pc \min} = 2(R_{zp} + S_p) + 2\sqrt{\rho_p^2 + \varepsilon_c^2} \quad (\text{Anexa 21})$$

1. Pentru strunjirea de degroșare

$$2A_{pc \min} = 2(160 + 250) + 2\sqrt{165^2 + 80^2} = 1186.74 \mu\text{m}$$

2. Pentru strunjirea de finisare

$$2A_{pc \min} = 2(63 + 60) + 2\sqrt{9.9^2 + 54.8^2} = 357.36 \mu\text{m}$$

Calculul adaosului de prelucrare nominal

$$2A_{pc \text{ nom}} = 2A_{pc \min} + T_p \quad (\text{Anexa 22})$$

1. Pentru strunjirea de degroșare

$$2A_{pc \text{ nom}} = 1186.74 + 1600 = 2786.74 \mu\text{m}$$

2. Pentru strunjirea de finisare

$$2A_{pc \text{ nom}} = 357.36 + 250 = 607.36 \mu\text{m}$$

Calculul diametrului maxim, minim și nominal

$$d_{p \max} = d_{c \max} + 2A_{pc \text{ nom}}$$

$$d_{p \text{ nom}} = d_{p \max} (\text{rotunjit}) \quad (\text{Anexa 23})$$

$$d_{p \min} = d_{p \max \text{ rot}} - T_p$$

1. Pentru strunjirea de degroșare

$$d_{p \max} = 37 + 0.607 = 37.607 \text{ mm}$$

$$d_{p \text{ nom}} = 37.7 \text{ mm}$$

$$d_{p \min} = 37.7 - 0.25 = 37.45 \text{ mm}$$

2. Pentru semifabricat

$$d_{p \max} = 37.607 + 2.786 = 40.393 \text{ mm}$$

$$d_{p \text{ nom}} = 40.4 \text{ mm}$$

$$d_{p \min} = 40.4 - 1.6 = 38.8 \text{ mm}$$

Dimensiunea semifabricatului din care se prelucrează arborele va fi aleasă din Anexa 12:

$$d_{STAS} = \varnothing 42_{-0.9}^{+0.3} \text{ mm}$$

Rezultatele obținute sunt centralizate în Tabelul 5.3.

Tabelul 5.3. Adaosurile de prelucrare și dimensiunile intermediare pentru tronsonul arborele de diametru $\emptyset 37_{-0.039}^0 \text{ mm}$

Nr. crt	Prelucrarea (Faza)	IT	T [μm]	R_z [μm]	S [μm]	ρ [μm]	ε [μm]	$2A_{pmin}$ [μm]	$2A_{pnom}$ [μm]	d_{max} [mm]	d_{nom} [mm]	d_{min} [mm]
1.	Semifabricat	16	1600	160	250	165	0	-	-	40.393	40.4	38.8
2.	Strunjire de degroșare	12	250	63	60	9.9	80	1186.74	2786.74	37.607	37.7	37.45
3.	Strunjire de finisare	10	100	32	30	4.125	54.8	357.36	607.36	37	37	36.961

5.3.2 Calculul adaosurilor de prelucrare și al dimensiunilor intermediare pentru suprafața frontală la cota $L=165\pm 0.2$ mm

1. Treapta de precizie IT se alege din Anexa 1 pentru fiecare prelucrare în parte, ținând cont de corelația dintre treapta de precizie și metoda de prelucrare. Se va alege treapta de precizie corespunzătoare obținerii rugozității de $6.3\mu\text{m}$ prin frezare frontală.
2. Toleranța T se alege din Anexa 2 pentru fiecare prelucrare în parte ținând cont de treapta de precizie corespunzătoare acesteia.
3. Înălțimea microneregularităților profilului R_z , însumată cu adâncimea stratului superficial defect S , se alege din Anexa 24.
4. Eroarea de instalare se alege din Anexa 25, în funcție de modul de fixare al semifabricatului în vederea prelucrării a suprafețelor frontale.

Calculul abaterii spațiale totale

$$\rho = 0.01 \cdot D_{STAS} [\mu\text{m}] \quad (\text{Anexa 24})$$

$$\rho = 0.01 \cdot 42 = 420 \mu\text{m}$$

Adaosul minim pentru frezarea simultană a suprafețelor frontale

$$2A_{pc \min} = 2(R_{zp} + S_p) + 2(\rho_p + \varepsilon_c) \quad (\text{Anexa 21})$$

$$2A_{pc \min} = 2 \cdot 200 + 2 \cdot 420 = 1240 \mu\text{m}$$

Adaosul nominal pentru frezarea simultana a suprafețelor frontale

$$2A_{pc \text{ nom}} = 2A_{pc \min} + T_p [\mu\text{m}] \quad (\text{Anexa 22})$$

$$2A_{pc \text{ nom}} = 1240 + 2500 = 3740 \mu\text{m}$$

Calculul dimensiunilor intermediare (lungimile maximă, minimă și nominală)

$$L_{p \max} = L_{c \max} + 2A_{pc \text{ nom}} \text{ [mm]} \quad (\text{Anexa 22})$$

$$L_{p \max} = 165.2 + 3.74 = 168.94 \text{ mm}$$

$$L_{p \min} = L_{p \text{ nom}} - T_p \text{ [mm]} \quad (\text{Anexa 22})$$

$$L_{p \text{ nom}} = 169 \text{ mm}$$

$$L_{p \min} = 169 - 2.5 = 166.5 \text{ mm}$$

Bara laminată se va debita la cota $169 \pm 1.25 \text{ mm}$

Rezultatele obținute sunt centralizate în Tabelul 5.4

Tabelul 5.4. Adaosurile de prelucrare și dimensiunile intermediare pentru suprafața frontală $L=165\pm 0.2$ mm

Nr. Crt	Prelucrare (Faza)	IT	T [μm]	R_z+S [μm]	ρ [μm]	ϵ [μm]	$2A_{p \text{ min}}$ [μm]	$2A_{p \text{ nom}}$ [μm]	L_{max} [mm]	L_{nom} [mm]	L_{min} [mm]
1	Debitare	16	2500	200	420	100	-	-	168.94	169	166.5
2	Frezare frontală	12	400	-	-	-	1240	3740	165.2	165	164.8

Cap. 6. Operația de strunjire

6.1 Întocmirea schemei de prelucrare

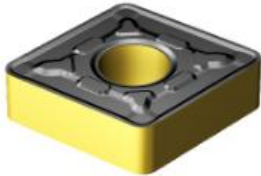
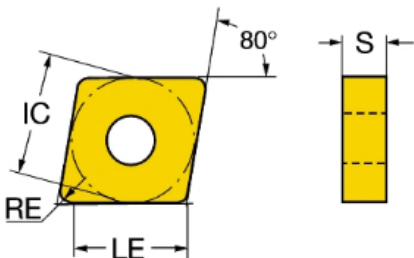
În construcția de mașini, pentru obținerea pieselor la precizia necesară și la calitatea suprafeței impuse de condițiile de funcționare este necesar ca de pe suprafețele semifabricatului să se îndepărteze prin așchiere un strat de material conform unei scheme de prelucrare, prin care se stabilesc traiectoriile parcurse de sculele așchietoare pe parcursul fiecărei faze de prelucrare, astfel încât echipamentele CNC utilizate să fie exploatate eficient.

Mărimea adaosurilor de prelucrare se stabilește încât să se obțină produse de înaltă calitate la un preț de cost minim. Un adaos de prelucrare mare implică un semifabricat cu greutate mare și consumuri (pierderi) considerabile de material, fiind necesare faze suplimentare de prelucrare, ceea ce conduce la o creștere a consumului de scule așchietoare și de energie electrică, deci implicit crește costul piesei prelucrate. Dacă adaosul de prelucrare este prea mic nu se pot îndepărta complet straturile superficiale cu defecte de suprafață.

Schema de prelucrare pentru operația 3 din itinerarul tehnologic este prezentată în figura 36.0 .

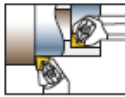
6.2 Alegerea plăcuței și a corpului cuțitului la operația de strunjire

Pentru faza de degroșare, conform schemei de prelucrare, se alege din catalogul Sandvik plăcuța de degroșare CNMG 120416-PR.

 <p>FIGURA 31. PLĂCUȚA DE DEGROȘARE CNMG 120416-PR [11]</p>	<p>Raza la vârf RE = 1.588 mm</p> <p>Grosimea plăcuței S = 4.763 mm</p> <p>Diametrul cercului înscris IC = 12.7 mm</p>
 <p>FIGURA 32. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]</p>	<p>Lungimea efectivă a muchiei așchietoare LE = 11.296 mm</p> <p>Parametri regimului de așchiere recomandați $a_p = 4 \text{ mm (1.5...7)}$ $f_n = 0.5 \text{ mm/rot (0.32...0.75)}$ $v_c = 285 \text{ m/min (345...230)}$</p>

Plăcuța de degroșare trebuie montată în corpul cuțitului corespunzător, respectând standardul ISO 1832-1991. Un extras din acest standard, valabil atât pentru operația de strunjire interioară cât și pentru operația de strunjire exterioară, este ilustrat în figura 33.

TURNING



Turning tools

Code key for inserts and toolholders
Extract from ISO 1832—1991

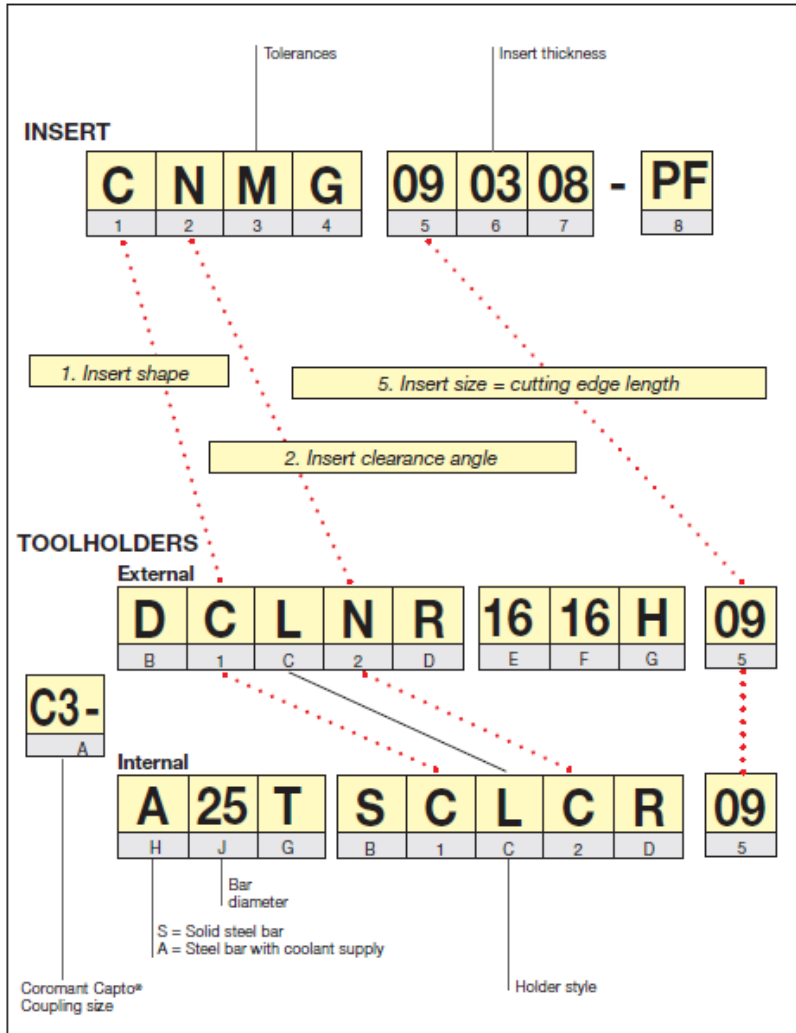
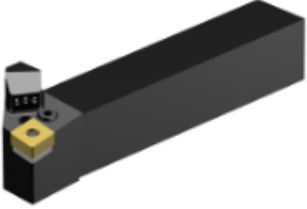
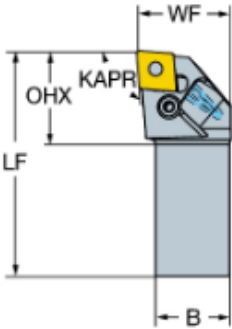
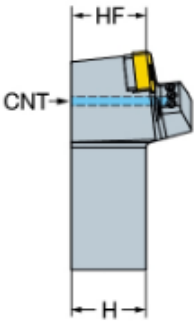
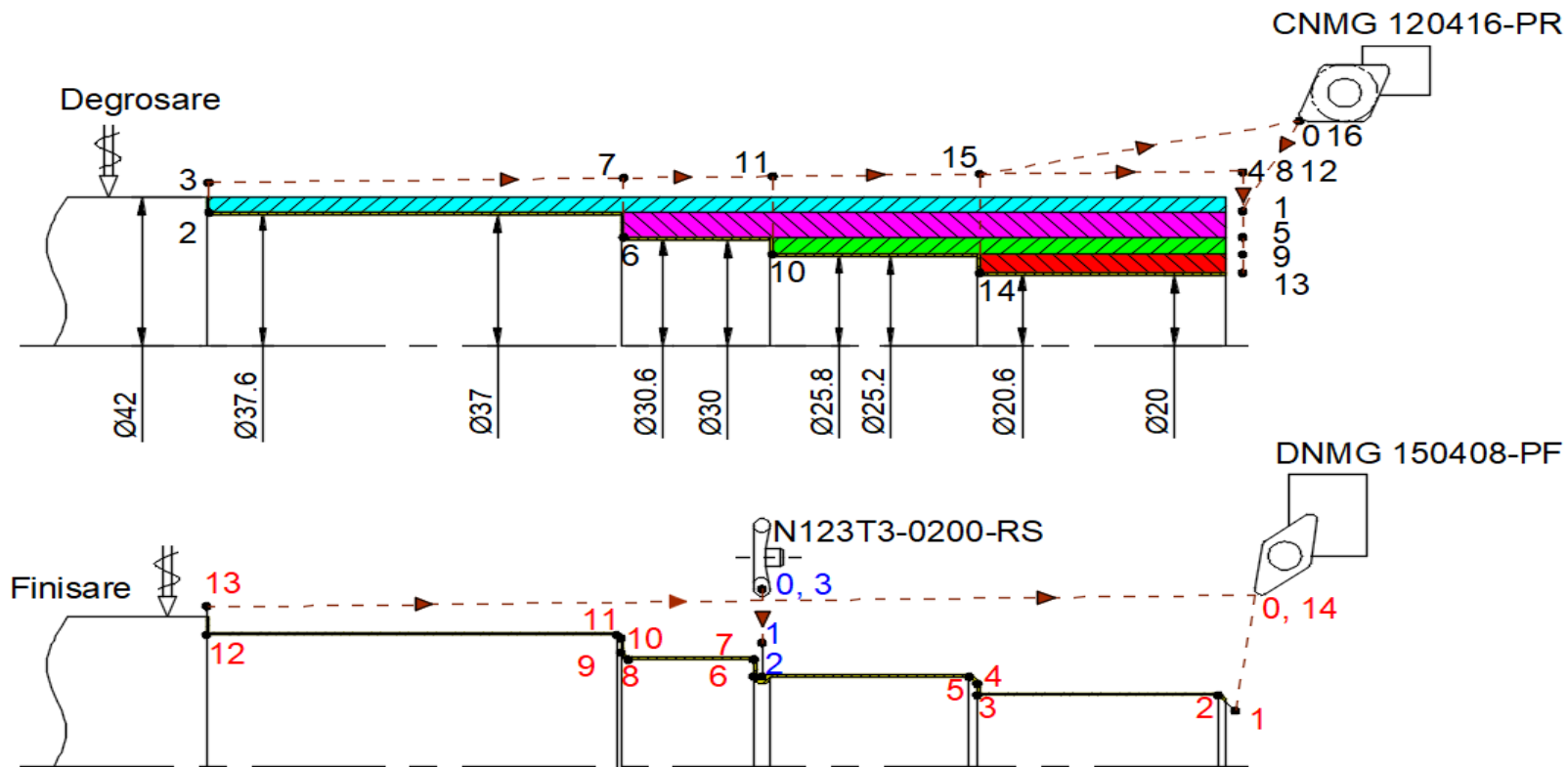


FIGURA 33. CODIFICAREA ISO 1832-1991 PENTRU PLĂCUȚE ȘI PORT-SCULĂ [11]

Respectând standardul ISO s-a ales corpul cuțitului PCLNR 2525M 12HP cu următoarele caracteristici:

 <p>FIGURA 34. REPREZENTAREA CORPULUI CUȚITULUI PCLNR 2525M 12 HP [11]</p>	
 <p>FIGURA 35A. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]</p>	<p>Înălțimea corpului cuțitului H = 25 mm</p> <p>Lățimea corpului cuțitului B = 25 mm</p> <p>Lățimea funcțională WF = 32 mm</p> <p>Lungimea funcțională LF = 150 mm</p>
 <p>FIGURA 35B. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]</p>	<p>Unghiul de atac KAPR = 95°</p> <p>Lungimea în consolă OHX = 31.3 mm</p>

6.3 Schema de prelucrare a operației 3



FIGURĂ 36.0. SCHEMA DE PRELUCRARE A OPERAȚIEI 3

6.4 Calcularea regimului de aşchiere la operaţia de strunjire capăt I şi capăt II (faza de degroşare) conform schemei de prelucrare cu plăcuţa şi corpul cuţitului ales

6.4.1 Prelucrarea de degroşare a capătului I


Folosind plăcuţa de degroşare aleasă, respectiv corpul cuţitului, se calculează cu ajutorul aplicaţiei CoroGuide regimurile de aşchiere la operaţia de strunjire a capătului I conform schemei de prelucrare, parcurgând etapele prezentate anterior.

- Prima trecere va fi de la $\text{Ø}42$ mm la $\text{Ø}37.6$ mm pe lungimea de 123 mm (figura 36);
- A doua trecere va fi de la $\text{Ø}37.6$ mm la $\text{Ø}30.6$ mm pe lungimea de 73 mm (figura 37);
- A treia trecere va fi de la $\text{Ø}30.6$ mm la $\text{Ø}25.8$ mm pe lungimea de 55 mm (figura 38);
- A patra trecere va fi de la $\text{Ø}25.8$ mm la $\text{Ø}20.6$ mm pe lungimea de 31 mm (figura 39).

6.4.2 Prelucrarea de degroşare a capătului II

- Prima trecere va fi de la $\text{Ø}37.6$ mm la $\text{Ø}30.6$ mm pe lungimea de 42 mm (figura 40);
- A doua trecere va fi de la $\text{Ø}30.6$ mm la $\text{Ø}25.8$ mm pe lungimea de 25 mm (figura 41)

CYLINDRICAL SURFACE



P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start
DMS 42 mm

Machined diameter end
DME 37.6 mm

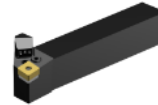
Machined length
LM 123 mm

Ra roughness value
longitudinal
RRA μm

Include PrimeTurning™ results ON

[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

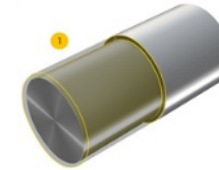
 [PCLNR 2525M 12HP](#)
[Tool](#)



 CNMG 12 04 16-PR 4325
[Insert](#)

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count TLIFEC	163 Features
Machining time TMF	00:08.160 min:s

CUTTING DATA



STEPS **1**

PREMACHINING


Cutting speed VC	237 m/min
Feed per revolution FN	0.5 mm
Number of passes in AP direction NOPAP	1
Depth of cut AP	2.2 mm

[Show detail](#)

[Knowledge](#)


FIGURA 36. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 1) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]


CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 46
Unalloyed steel

 Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

 25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start
DMS 37.6 mm

Machined diameter end
DME 30.6 mm

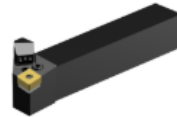
Machined length
LM 73.5 mm

Ra roughness value
longitudinal
RRA


Include PrimeTurning™ results


[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

 PCLNR 2525M 12HP
Tool

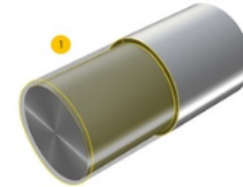
 CNMG 12 04 16-PR 4325
Insert



Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count 335
TLIFEC Features

Machining time 00:04.068
TMF min:s

CUTTING DATA



STEPS **1**

PREMACHINING

Cutting speed 237
VC m/min

Feed per revolution 0.5
FN mm

Number of passes in AP direction 1
NOPAP


Depth of cut 3.5
AP mm

[Show detail](#)

[Knowledge !\[\]\(fc05f50e873e1478da80a83cb4800489_img.jpg\)](#)


FIGURA 37. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 2) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]


CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

 Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

 25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start
DMS mm

Machined diameter end
DME mm

Machined length
LM mm

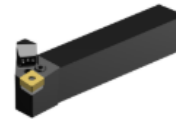
Ra roughness value ▼
longitudinal μm

RRA


Include PrimeTurning™ results ON


[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

 PCLNR 2525M 12HP
Tool

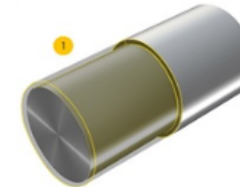
 CNMG 12 04 16-PR 4325
Insert



Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count 531
TLIFEC Features

Machining time 00:02.634
TMF min:s

CUTTING DATA



STEPS 1

PREMACHINING

Cutting speed VC 237 m/min

Feed per revolution FN 0.5 mm

Number of passes in AP direction NOPAP 1


Depth of cut AP 2.4 mm

[Show detail](#)

[Knowledge !\[\]\(1a834881d583c52897a61ac3423bffe9_img.jpg\)](#)

FIGURA 38. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 3) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start DMS: 25.8 mm

Machined diameter end DME: 20.6 mm

Machined length LM: 31 mm

Ra roughness value longitudinal RRA:

Include PrimeTurning™ results:

More ...

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

PCLNR 2525M 12HP
Tool

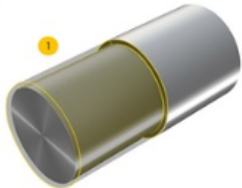
CNMG 12 04 16-PR 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count TLIFEC: 1180 Features

Machining time TMF: 00:01.248 min:s

CUTTING DATA



STEPS: 1

PREMACHINING

Cutting speed VC: 237 m/min

Feed per revolution FN: 0.5 mm

Number of passes in AP direction NOPAP: 1

Depth of cut AP: 2.6 mm

Show detail

Knowledge

FIGURA 39. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 4) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start
DMS 37.6 mm

Machined diameter end
DME 30.6 mm

Machined length
LM 42.5 mm

Ra roughness value
longitudinal
RRA

Include PrimeTurning™ results

More ...

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

PCLNR 2525M 12HP
Tool

CNMG 12 04 16-PR 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count 579
TLIFEC Features

Machining time 00:02.370
TMF min:s

CUTTING DATA



STEPS 1

PREMACHINING

Cutting speed 237
VC m/min

Feed per revolution 0.5
FN mm

Number of passes in AP direction 1
NOPAP


Depth of cut 3.5
AP mm

Show detail

Knowledge

FIGURA 40. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI II (TRECEREA 1) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start DMS: 30.6 mm

Machined diameter end DME: 25.8 mm

Machined length LM: 25 mm

Ra roughness value longitudinal RRA: μm


Include PrimeTurning™ results:


[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

 PCLNR 2525M 12HP Tool

 CNMG 12 04 16-PR 4325 Insert

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count TLIFEC: 1170 Features

Machining time TMF: 00:01.224 min:s

CUTTING DATA



STEPS: 1

PREMACHINING

Cutting speed VC: 237 m/min

Feed per revolution FN: 0.5 mm

Number of passes in AP direction NOPAP: 1

Depth of cut AP: 2.4 mm

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 41. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI II (TRECEREA 2) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

6.5 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de degroșare a capătului I și II cu plăcuța aleasă

	Plăcuța și corpul cuțitului alese	Lungime tronson [mm]	Diametru (inițial → final) [mm]	Adâncime de așchiere (pe rază) [mm]	Viteza de așchiere [m/min]	Avans [mm/rot]	Turație [rot/min]	Timp de bază [sec]
Capăt I	CNMG 120416-PR PCLNR 2525M 12HP	123	Ø42→Ø37.6	2.2	237	0.5	2000	8.16
		73	Ø37.6→ Ø30.6	3.5	237	0.5	2460	4.068
		55	Ø30.6→ Ø25.8	2.4	237	0.5	2920	2.634
		31	Ø25.8→ Ø20.6	2.6	237	0.5	3660	1.248
Capăt II		42	Ø37.6→ Ø30.6	3.5	237	0.5	2460	2.37
		25	Ø30.6→ Ø25.8	2.4	237	0.5	2920	1.224
Timpul de bază la strunjirea de degroșare cu plăcuța aleasă								19.740

În vederea minimizării timpului de bază vom simula prelucrarea prin strunjire atât pentru capătul I cât și pentru capătul II și vom compara rezultatele obținute, dacă prelucrarea se face cu plăcuța și corpul cuțitului recomandate de aplicația CoroGuide.

6.6 Caracteristicile plăcuței recomandate la strunjirea de degroșare și a corpului cuțitului

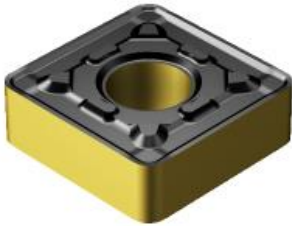


FIGURA 48. PLĂCUȚA DE DEGROȘARE
SNMG 120416-PR [11]

Raza la vârf

$$RE = 1.588 \text{ mm}$$

Grosimea plăcuței

$$S = 4.763 \text{ mm}$$

Diametrul cercului înscris

$$IC = 12.7 \text{ mm}$$

Lungimea efectivă a muchiei așchietoare

$$LE = 11.1 \text{ mm}$$

Parametri regimului de așchiere recomandați

$$a_p = 4 \text{ mm (1.5...7)}$$

$$f_n = 0.5 \text{ mm/rot (0.33...0.78)}$$

$$v_c = 285 \text{ m/min (345...230)}$$

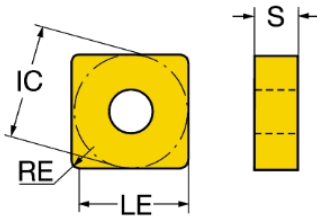
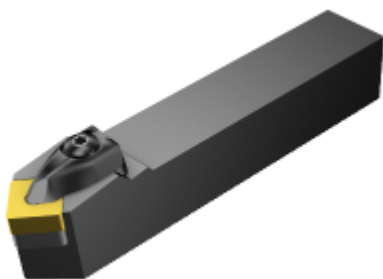


FIGURA 49. REPREZENTAREA
GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE
DEGROȘARE [11]



**FIGURA 50. CORPUL CUȚITULUI
DSDNN 2020K 12 [11]**

Înălțimea corpului cuțitului

$$H = 20 \text{ mm}$$

Lățimea corpului cuțitului

$$B = 20 \text{ mm}$$

Lățimea funcțională

$$WF = 10.3 \text{ mm}$$

Lungimea funcțională

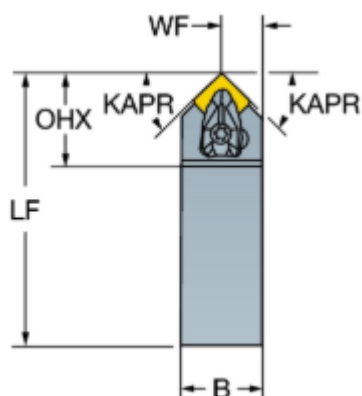
$$LF = 125 \text{ mm}$$

Unghiul de atac

$$KAPR = 45^{\circ}$$

Lungimea în consolă

$$OHX = 36.5 \text{ mm}$$



**FIGURA 51A. REPREZENTAREA GENERICĂ
A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]**

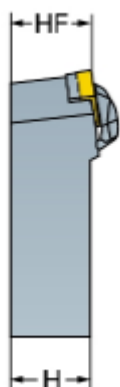


FIGURA 51B. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]

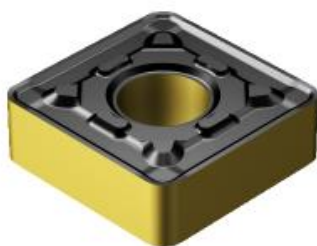


FIGURA 52. PLĂCUȚA DE DEGROȘARE SNMG 150616-PR [11]

Raza la vârf

$$RE = 1.588 \text{ mm}$$

Grosimea plăcuței

$$S = 6.35 \text{ mm}$$

Diametrul cercului înscris

$$IC = 15.875 \text{ mm}$$

Lungimea efectivă a muchiei așchietoare

$$LE = 14.275 \text{ mm}$$

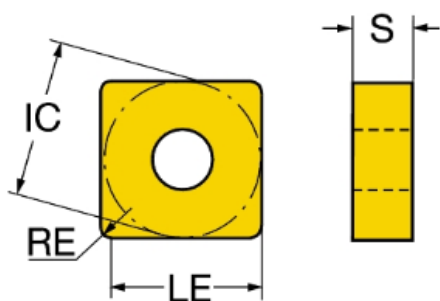


FIGURA 53. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]

Parametri regimului de așchiere recomandați

$$a_p = 5 \text{ mm (1.5...8)}$$

$$f_n = 0.52 \text{ mm/rot (0.31...0.83)}$$

$$v_c = 285 \text{ m/min (355...220)}$$

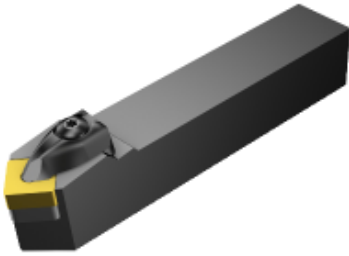


FIGURA 54. CORPUL CUȚITULUI
DSDNN 2525M 15 [11]

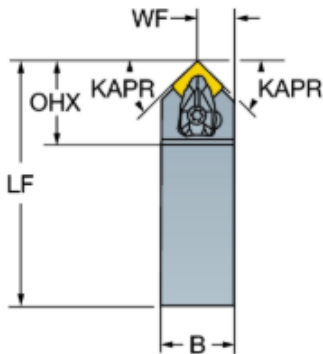


FIGURA 55A. REPREZENTAREA
GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE
[11]

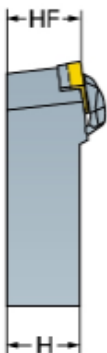


FIGURA 55B. REPREZENTAREA GENERICĂ A
PLĂCUȚEI DE DEGROȘARE [11]

Înălțimea corpului cuțitului

$$H = 25 \text{ mm}$$

Lățimea corpului cuțitului

$$B = 25 \text{ mm}$$

Lățimea funcțională

$$WF = 12.8 \text{ mm}$$

Lungimea funcțională

$$LF = 150 \text{ mm}$$

Unghiul de atac

$$KAPR = 45^{\circ}$$


Lungimea în consolă

$$OHX = 44.8 \text{ mm}$$

6.7 Calcularea regimului de aşchiere la operaţia de strunjire capăt I şi II (faza de degroşare) conform schemei de prelucrare cu plăcuţa şi corpul cuţitului recomandate

În continuare este prezentată alegerea regimurilor de aşchiere la faza de degroşare a operaţiilor de strunjire ale celor două capete ale arborelui, pentru plăcuţele şi suporturile recomandate de aplicaţia CoroGuide. Metodologia de calcul a regimurilor este identică cu cea prezentată anterior, în cazul sculelor alese.

CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start: 42 mm (DMS)

Machined diameter end: 37.6 mm (DME)

Machined length: 123 mm (LM)

Ra roughness value longitudinal: μm (RRA)

Include PrimeTurning™ results: OFF

[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

DSDNN 2020K 12
Tool

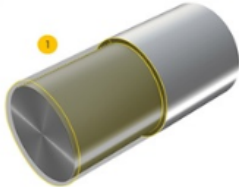
SNMG 12 04 16-PR 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count: 230 Features (TLIFEC)

Machining time: 00:05.994 mins (TMF)

CUTTING DATA



STEPS: 1

PREMACHINING

Cutting speed: 237 m/min (VC)

Feed per revolution: 0.707 mm (FN)

Number of passes in AP direction: 1 (NOPAP)


Depth of cut: 2.2 mm (AP)

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 42. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 1) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min



Machined diameter start <small>DMS</small>	<input type="text" value="37.6"/>	mm
Machined diameter end <small>DME</small>	<input type="text" value="30.6"/>	mm
Machined length <small>LM</small>	<input style="border: 2px solid #00aaff;" type="text" value="73.5"/>	mm
Ra roughness value <small>RRA</small>	<input type="text"/>	μm
Include PrimeTurning™ results <input type="checkbox"/> OFF		

[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

	DSDNN 2525M 15 Tool	<input type="button" value="↕"/>
	SNMG 15 06 16-PR 4325 Insert	<input type="button" value="↕"/>

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count TLIFEC	474 Features
Machining time TMF	00:03.024 mins

CUTTING DATA



🔊 🔇

STEPS	1
PREMACHINING	
Cutting speed VC	237 m/min
Feed per revolution FN	0.707 mm
Number of passes in AP direction NOPAP	1
Depth of cut AP	3.5 mm

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 43. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 2) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P 207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min




Machined diameter start DMS: 30.6 mm
Machined diameter end DME: 25.8 mm
Machined length LM: 55 mm
Ra roughness value longitudinal RRA: μm
Include PrimeTurning™ results: OFF




[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

 DSDNN 2020K 12  



 SNMG 12 04 16-PR 4325 Insert  

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count TLIFEC: 562 Features
Machining time TMF: 00:02.628 min:s

CUTTING DATA



STEPS **1**


PREMACHINING

Cutting speed VC: 237 m/min
Feed per revolution FN: 0.707 mm
Number of passes in AP direction NOPAP: 1
Depth of cut AP: 2.4 mm


[Show detail](#)
[Knowledge !\[\]\(a5d294ee732e542fd5b740a90b2b5fdf_img.jpg\)](#)

FIGURA 44. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂȚULUI I (TRECEREA 3) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

 Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start
DMS 25.8 mm

Machined diameter end
DME 20.6 mm

Machined length
LM 31 mm

Ra roughness value
longitudinal
RRA


Include PrimeTurning™ results OFF


[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

 DSDNN 2020K 12
Tool

 SNMG 12 04 16-PR 4325
Insert



Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count 1670
TLIFEC Features

Machining time 00:00.960
TMF min:s

CUTTING DATA



STEPS 1

PREMACHINING

Cutting speed VC 237 m/min

Feed per revolution FN 0.707 mm

Number of passes in AP direction NOPAP 1

Depth of cut AP 2.6 mm

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 45. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI I (TRECEREA 4) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P 207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min


Machined diameter start DMS: 37.6 mm
Machined diameter end DME: 30.6 mm
Machined length LM: 42.5 mm
Ra roughness value longitudinal RRA: μm
Include PrimeTurning™ results: OFF


[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

 DSDNN 2525M 15
Tool


 SNMG 15 06 16-PR 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count TLIFEC: 819 Features
Machining time TMF: 00:01.764 min:s

CUTTING DATA





STEPS: 1

PREMACHINING

Cutting speed VC: 237 m/min
Feed per revolution FN: 0.707 mm
Number of passes in AP direction NOPAP: 1
Depth of cut AP: 3.5 mm

[Show detail](#)
[Knowledge](#)

FIGURA 46. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂȚULUI II (TRECEREA 1) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE




P

 207 HB
 Ck 45
 Unalloyed steel

 Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
 25 kW, 4000 1/min


Machined diameter start DMS: 30.6 mm
 Machined diameter end DME: 25.8 mm
 Machined length LM: 25 mm
 Ra roughness value longitudinal RRA: μm
 Include PrimeTurning™ results: OFF


[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

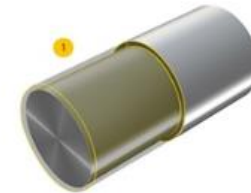
 DSDNN 2020K 12
 Tool


 SNMG 12 04 16-PR 4325
 Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count TLIFEC: 1650 Features
 Machining time TMF: 00:00.924 min:s

CUTTING DATA





STEPS 1

PREMACHINING

Cutting speed VC: 237 m/min
 Feed per revolution FN: 0.707 mm
 Number of passes in AP direction NOPAP: 1
 Depth of cut AP: 2.4 mm

[Show detail](#)
[Knowledge](#)

FIGURA 47. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE A CAPĂTULUI II (TRECEREA 2) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

6.8 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de degroșare a capătului I și capătului II ale arborelui, cu plăcuța și corpul cuțitului recomandate de aplicația CoroGuide

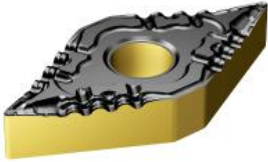
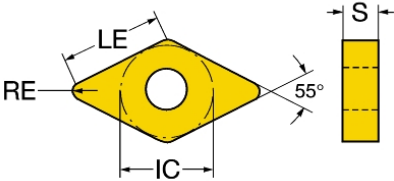
	Plăcuța recomandată	Corpul cuțitului recomandat	Lungime prelucrată [mm]	Diametru (inițial→final) [mm]	Adâncime de așchiere (pe rază) [mm]	Viteza de așchiere [m/min]	Avans [mm/rot]	Turație [rot/min]	Timp de bază [sec]
Capăt I	SNMG120416-PR	DSDNN2020K 12	123	Ø42→Ø37.6	2.2	237	0.707	2000	5.994
	SNMG150616-PR	DSDNN2525M 15	73	Ø37.6→ Ø30.6	3.5	237	0.707	2460	3.024
	SNMG120416-PR	DSDNN2020K 12	55	Ø30.6→ Ø25.8	2.4	237	0.707	2920	2.628
	SNMG120416-PR	DSDNN2020K 12	31	Ø25.8→ Ø20.6	2.6	237	0.707	3660	0.960
Capăt II	SNMG150616-PR	DSDNN2525M 15	42	Ø37.6→ Ø30.6	3.5	237	0.707	2460	1.764
	SNMG120416-PR	DSDNN2020K 12	25	Ø30.6→ Ø25.8	2.4	237	0.707	2920	0.924
Timpul de bază la strunjirea de degroșare cu plăcuța recomandată									15.294

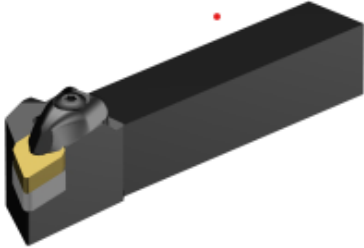
6.9 Calcularea regimului de aşchiere la operaţia de strunjire (faza de finisare) cu plăcuţa şi suportul alese pentru tronsoanele cu rugozitate $1.6\mu\text{m}$ şi $0.8\mu\text{m}$

Folosind plăcuţa de finisare aleasă, respectiv corpul cuţitului corespunzător, se calculează cu ajutorul aplicaţiei CoroGuide regimurile de aşchiere la operaţia de strunjire.

- Primul tronson prelucrat de la diametrul $\text{Ø}37.6\text{ mm}$ la $\text{Ø}37\text{ mm}$ pe lungimea de 49 mm (figura 64). Rugozitatea de $1.6\mu\text{m}$ din desenul de execuţie se obţine în urma prelucrării de strunjire de finisare.
- Al doilea tronson prelucrat de la diametrul $\text{Ø}25.8\text{ mm}$ la $\text{Ø}25.2\text{ mm}$ (capăt I) pe lungimea de 22 mm (figura 65), reprezintă tronsonul din arbore pe care se vor monta rulmenţi şi care are prevazut o rugozitate de $0.8\mu\text{m}$ care se va obţine la operaţia de rectificare. Acest tronson a fost prelucrat tot la o rugozitate de $1.6\mu\text{m}$, îndepărtând astfel o parte din adaosul de prelucrare pentru rectificare la operaţia de strunjire în faza de finisare.
- Al treilea tronson prelucrat de la diametrul $\text{Ø}25.8\text{ mm}$ la $\text{Ø}25.2\text{ mm}$ (capăt II) pe lungimea de 22 mm (figura 65), este tronsonul din capătul II pe care se va monta de asemenea un rulment şi care va fi prelucrat conform tronsonului descris anterior.
- Prelucrarea degajărilor de la capatul I şi II, de la diametrul $\text{Ø}25\text{ mm}$ la $\text{Ø}23\text{ mm}$ (figura 66)

6.10 Caracteristicile plăcuțelor alese pentru finisare și a corpului cuțitului

 <p>FIGURA 56. PLĂCUȚA RECOMANDATĂ LA FINISARE DNMG 150408-PF [11]</p>	<p>Raza la vârf $RE = 0.794 \text{ mm}$</p> <p>Grosimea plăcuței $S = 4.763 \text{ mm}$</p> <p>Diametrul cercului înscris $IC = 12.7 \text{ mm}$</p> <p>Lungimea efectivă a muchiei așchietoare $LE = 14.704 \text{ mm}$</p>
 <p>FIGURA 57. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI PENTRU FINISARE [11]</p>	<p>Parametri regimului de așchiere recomandați $a_p = 0.4 \text{ mm (0.3...1.5)}$ $f_n = 0.2 \text{ mm/rot (0.1...0.4)}$ $v_c = 405 \text{ m/min (470...315)}$</p>

 <p>FIGURA 58. CORPUL CUȚITULUI DDJNR 2020K 12 [11]</p>	<p>Înălțimea corpului cuțitului $H = 20 \text{ mm}$</p> <p>Lățimea corpului cuțitului $B = 20 \text{ mm}$</p>
--	---

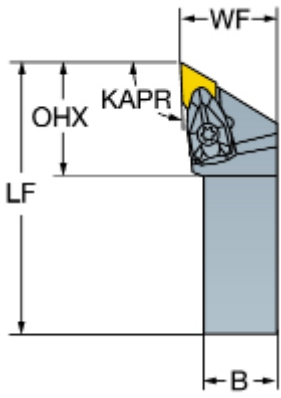
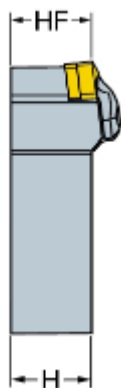
 <p>FIGURA 59A. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE FINISARE [11]</p>	<p>Lățimea funcțională WF = 25 mm</p> <p>Lungimea funcțională LF = 125 mm</p> <p>Unghiul de atac KAPR = 93°</p> <p>Lungimea în consolă OHX = 39.4 mm</p>
 <p>FIGURA 59B. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI DE FINISARE [11]</p>	



FIGURA 60. PLĂCUȚA RECOMANDATĂ N123T3-0200-RS PENTRU REALIZAREA DEGĂJĂRII [11]

Raza la vârf

RE = 1 mm

Lățimea plăcuței

CW = 2 mm

Adâncimea maximă de așchiere

CDX = 4 mm

Unghiul de degajare

An = 7°

Parametri regimului de așchiere recomandați

$f_{rx} = 0.08 \text{ mm/rot}$ (0.4...0.16)

$f_{nz} = 0.14 \text{ mm/rot}$ (0.06...0.21)

$v_c = 195 \text{ m/min}$ (260...165)

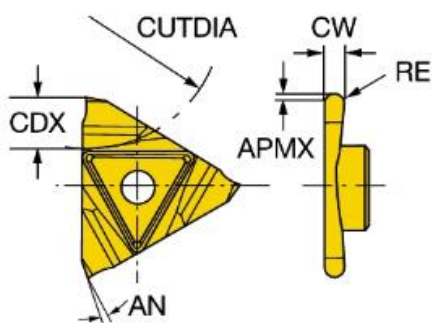


FIGURA 61. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI PENTRU DEGĂJARE [11]

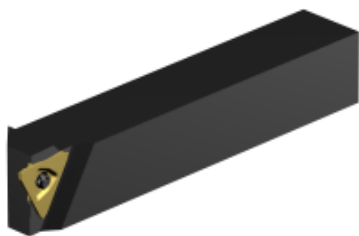


FIGURA 62. CORPUL CUȚITULUI
RF123T06-2525BM [11]

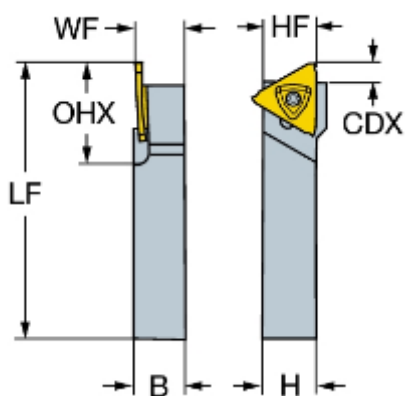


FIGURA 63. REPREZENTAREA GENERICĂ
A PLĂCUȚEI DE FINISARE [11]

Înălțimea corpului cuțitului

$$H = 25 \text{ mm}$$

Lățimea corpului cuțitului

$$B = 25 \text{ mm}$$

Lățimea funcțională

$$WF = 25 \text{ mm}$$


Lungimea funcțională

$$LF = 150 \text{ mm}$$

Lungimea în consolă

$$OHX = 23 \text{ mm}$$

CYLINDRICAL SURFACE



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start
DMS mm

Machined diameter end
DME mm

Machined length
LM mm

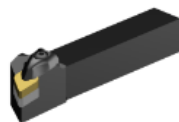
Ra roughness value
longitudinal μm

longitudinal
RRA

Include PrimeTurning™ results ON

[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

DDJNR 2020K 1504
Tool

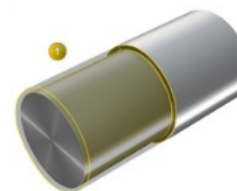
DNMG 15 04 08-PF 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count
TLIFEC 257
Features

Machining time
TMF 00:05.010
mins

CUTTING DATA



STEPS

FINISHING

Cutting speed
VC 354
m/min

Feed per revolution
FN 0.206
mm

Number of passes in AP direction
NOPAP 1

Depth of cut
AP 0.3
mm

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 64. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIREA DE FINISARE CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



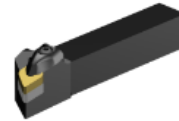
P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start DMS: 25.8 mm
Machined diameter end DME: 25.2 mm
Machined length LM: 22 mm
Ra roughness value longitudinal RRA: 1.6 µm
Include PrimeTurning™ results: ON

More ...

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

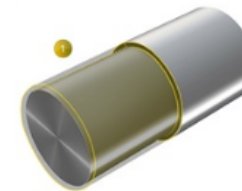
DDJNR 2020K 1504
Tool

DNMG 15 04 08-PF 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count TLIFEC: 1150 Features
Machining time TMF: 00:01.770 min:s

CUTTING DATA



STEPS: 1


FINISHING

Cutting speed VC: 317 m/min
Feed per revolution FN: 0.206 mm
Number of passes in AP direction NOPAP: 1
Depth of cut AP: 0.3 mm

Show detail
Knowledge

FIGURA 65. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIREA DE FINISARE CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

EXTERNAL GROOVE FULL RADIUS



P

207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)

25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start DMS: 25 mm


Machined diameter end DME: 23 mm


[More ...](#)

GROOVING EXTERNAL / INDEXABLE



CoroCut 3

 RF123T06-2525BM
Tool

 N123T3-0200-RS 1125
Insert



Rectangular shank -metric: 25 x 25

Tool life count TLIFEC: 3070 Grooves

Machining time TMF: 00:00.293 min:s

CUTTING DATA



STEPS: 1

GROOVING

Cutting speed VC: 192 m/min

Feed per revolution FN: 0.08 mm

Rotational speed maximum RPMX: 2660 1/min

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 66. PRELUCRAREA DEGAJĂRII (CAPĂT I) CU PLĂCUȚA ALEASĂ [11]

6.11 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de finisare a capătului I și II cu plăcuța și corpul cuțitului alese din aplicația CoroGuide

	Plăcuța aleasă	Corpul cuțitului ales	Lungime tronson [mm]	Diametru (inițial→final) [mm]	Adâncime de așchiere (pe rază) [mm]	Viteza de așchiere [m/min]	Avans [mm/rot]	Turație [rot/min]	Timp de bază [sec]
Capăt I	DNMG150408-PF	DDJNR2020K 15	49	Ø37.6→Ø37	0.3	354	0.206	3050	5.010
	DNMG150408-PF	DDJNR2020K 15	22	Ø25.8→Ø25.2	0.3	317	0.206	4000	1.770
	N123T3-0200-RS	RF123T06-2525BM	2	Ø25→ Ø23	1	192	0.08	2660	0.293
Capăt II	DNMG150408-PF	DDJNR2020K 15	22	Ø25.8→Ø25.2	0.3	317	0.206	4000	1.770
	N123T3-0200-RS	RF123T06-2525BM	2	Ø25→ Ø23	1	192	0.08	2660	0.293
Timpul de bază la strunjirea de finisare cu plăcuțele alese									9.136
Timpul de bază total la operația de strunjire cu plăcuțele alese									28.876

6.12 Calcularea regimului de aşchiere la operaţia de strunjire capăt I şi II (faza de finisare), conform schemei de prelucrare cu plăcuţa şi corpul cuţitului recomandate

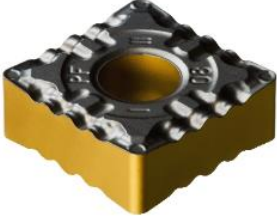
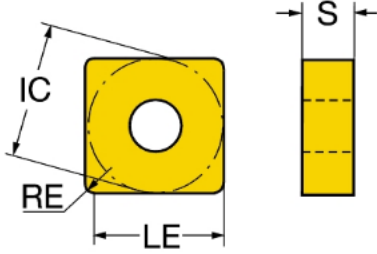
Strunjirea de finisare are ca obiectiv obţinerea unei precizii dimensionale şi geometrice mai ridicate decât la degroşare şi o calitate superioară a suprafeţei, adâncimea de aşchiere şi avansul având valori mult mai mici.

Strunjirea de finisare poate fi operaţie tehnologică finală a unei suprafeţe sau operaţie intermediară, înainte de o operaţie de prelucrare fină: strunjire de netezire sau rectificare.

Uneori, atunci când trebuie eliminate adaosuri de prelucrare mari, între degroşare şi finisare se introduce o fază/operaţie intermediară de *semifinisare*.

Dat fiind faptul că nu toate tronsoanele sunt prevăzute cu o rugozitate care să necesite finisare, se vor calcula regimurile de aşchiere doar pentru acele tronsoane care sunt prevazute cu o rugozitate de $1.6 \mu\text{m}$ respectiv $0.8 \mu\text{m}$ obţinută prin rectificare. Se vor prelucra aşadar şi tronsoanele care urmează a se rectifica pentru a îndepărta la faza de finisare, o parte din adaosul de prelucrare.

6.13 Caracteristicile plăcuțelor recomandate pentru finisare și ale corpului cuțitului

 <p>FIGURA 67. PLĂCUȚA RECOMANDATĂ LA FINISARE SNMG 120412-PF [11]</p>	<p>Raza la vârf $RE = 1.191 \text{ mm}$</p> <p>Grosimea plăcuței $S = 4.763 \text{ mm}$</p> <p>Diametrul cercului înscris $IC = 12.7 \text{ mm}$</p> <p>Lungimea efectivă a muchiei așchietoare $LE = 11.5 \text{ mm}$</p>
 <p>FIGURA 68. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI PENTRU FINISARE [11]</p>	<p>Parametri regimului de așchiere recomandați $a_p = 0.8 \text{ mm (0.35...1.5)}$ $f_n = 0.26 \text{ mm/rot (0.16...0.52)}$ $v_c = 380 \text{ m/min (440...285)}$</p>

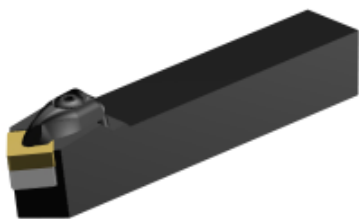


FIGURA 69. CORPUL CUȚITULUI

DSDNN 2020K 12 [11]

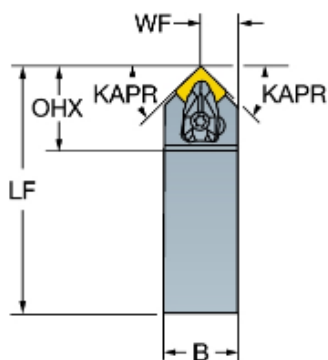


FIGURA 70A. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUTEI DE DEGROȘARE [11]

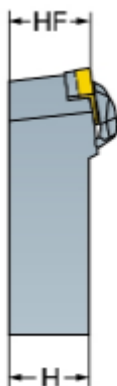


FIGURA 70B. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUTEI DE DEGROȘARE [11]

**Înălțimea corpului
cuțitului**

$H = 20 \text{ mm}$

**Lățimea corpului
cuțitului**

$B = 20 \text{ mm}$

Lățimea funcțională

$WF = 10.3 \text{ mm}$

Lungimea funcțională

$LF = 125 \text{ mm}$


Unghiul de atac

$KAPR = 45^\circ$

Lungimea în consolă

$OHX = 36.5 \text{ mm}$

CYLINDRICAL SURFACE



P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min

Machined diameter start DMS: 37.6 mm
Machined diameter end DME: 37 mm
Machined length LM: 49 mm
Ra roughness value longitudinal RRA: 1.6 µm
Include PrimeTurning™ results: OFF

[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

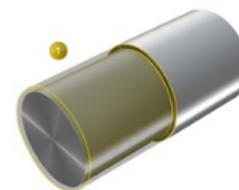
DSDNN 2020K 12
ToolSNMG 12 04 12-PF 4325
Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count TLIFEC: 693 Features

Machining time TMF: 00:01.902 min:s

CUTTING DATA



STEPS

1

FINISHING

Cutting speed VC: 351 m/min
Feed per revolution FN: 0.253 mm
Number of passes in AP direction NOPAP: 1
Depth of cut AP: 0.3 mm

[Show detail](#)[Knowledge](#)

FIGURA 71. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE DE FINISARE CU PLĂCUȚĂ RECOMANDATĂ [11]

CYLINDRICAL SURFACE



P 207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min



Machined diameter start DMS: 25.8 mm
Machined diameter end DME: 25.2 mm
Machined length LM: 22 mm
Ra roughness value longitudinal RRA: 1.6 µm
Include PrimeTurning™ results: OFF



[More ...](#)

TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE



T-Max P

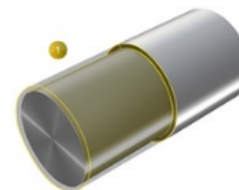
 DSDNN 2020K 12 
Tool



 SNMG 12 04 12-PF 4325 
Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count TLIFEC: 1360 Features
Machining time TMF: 00:01.482 min:s

CUTTING DATA



STEPS: 1

FINISHING

Cutting speed VC: 317 m/min
Feed per revolution FN: 0.253 mm
Number of passes in AP direction NOPAP: 1
Depth of cut AP: 0.3 mm


[Show detail](#)
[Knowledge](#) 

FIGURA 72. PRELUCRAREA PRIN STRUNJIREA DE FINISARE CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

6.14 Sintetizarea rezultatelor obținute la strunjirea de finisare, respectiv degajările cu plăcuțele și corpurile cuțitelor recomandate de aplicația CoroGuide

	Plăcuța recomandată	Corpul cuțitului recomandat	Lungime tronson [mm]	Diametru (inițial→final) [mm]	Adâncime de așchiere (pe rază) [mm]	Viteza de așchiere [m/min]	Avans [mm/rot]	Turație [rot/min]	Timp de bază [sec]
Capăt I	SNMG120412-PF	DSDNN2020K 12	49	Ø37.6→ Ø37	0.3	351	0.253	3020	1.902
	SNMG120412-PF	DSDNN2020K 12	22	Ø25.8→ Ø25.2	0.3	317	0.253	4000	1.482
	N123T3-0200-RS	RF 123T06-2020BM	2	Ø25→ Ø23	1	195	0.14	2660	0.293
Capăt II	SNMG120412-PF	DSDNN2020K 12	22	Ø25.8→ Ø25.2	0.3	317	0.253	4000	1.482
	N123T3-0200-RS	RF 123T06-2020BM	2	Ø25→ Ø23	1	195	0.14	2660	0.293
Timpu de bază la strunjirea de finisare cu plăcuțele recomandate									5.452
Timpu de bază total la operația de strunjire cu plăcuțele recomandate									20.746

6.15 Calcularea regimului de aşchiere la prelucrarea celor două degajări (faza de finisare), conform schemei de prelucrare cu plăcuţa şi corpul cuţitului recomandate



FIGURA 73. PLĂCUȚA RECOMANDATĂ N123T3-0200-RS PENTRU REALIZAREA DEGAJĂRII [11]

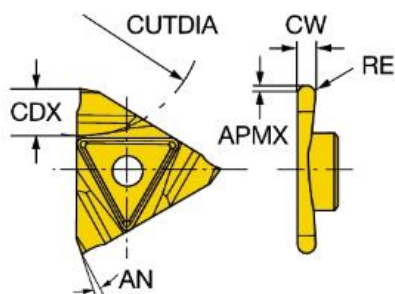


FIGURA 74. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI PENTRU DEGAJARE [11]

Raza la vârf

$RE = 1 \text{ mm}$

Lățimea plăcuței

$CW = 2 \text{ mm}$

Adâncimea maximă de aşchiere

$CDX = 4 \text{ mm}$

Unghiul de degajare


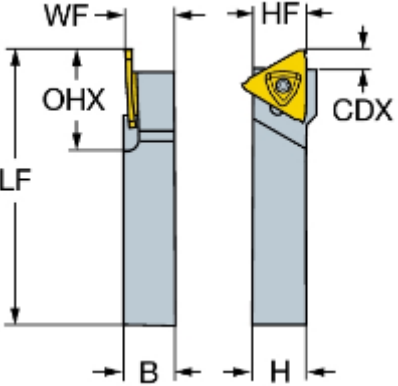
$An = 7^\circ$

Parametri regimului de aşchiere recomandați

$f_{nx} = 0.08 \text{ mm/rot (0.4...0.16)}$


$f_{nz} = 0.14 \text{ mm/rot (0.06...0.21)}$

$v_c = 195 \text{ m/min (260...165)}$

 <p>FIGURA 75. CORPUL CUȚITULUI RF 123T06-2020BM [11]</p>	<p>Înălțimea corpului cuțitului $H = 20 \text{ mm}$</p> <p>Lățimea corpului cuțitului $B = 20 \text{ mm}$</p> <p>Lățimea funcțională $WF = 12.8 \text{ mm}$</p> <p>Înălțimea funcțională $HF = 20 \text{ mm}$</p>
 <p>FIGURA 76. REPREZENTAREA GENERICĂ A CORPULUI CUȚITULUI PENTRU PLĂCUȚA CU CARE REALIZĂA DEGAJAREA [11]</p>	<p>Lungimea în consolă $OHX = 23 \text{ mm}$</p> <p>Lungimea funcțională $LF = 125 \text{ mm}$</p> <p>Adâncimea maximă de așchiere $CDX = 6.4 \text{ mm}$</p>

Ambele degajări (atât pentru capătul I cât și pentru capătul II) se vor realiza cu aceeași plăcuță, montată în același suport, de aceea în momentul în care calculăm timpul de bază efectiv trebuie să ținem seama de acest aspect.

EXTERNAL GROOVE FULL RADIUS



P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Lathe 03 - Medium (6-12" chuck)
25 kW, 4000 1/min


Machined diameter start DMS: 25 mm
Machined diameter end DME: 23 mm


[More ...](#)

GROOVING EXTERNAL / INDEXABLE



CoroCut 3

 RF123T06-2020BM
Tool


 N123T3-0200-RS 1125
Insert

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Tool life count TLIFEC: 3070 Grooves
Machining time TMF: 00:00.293 min:s

CUTTING DATA





STEPS: 1

GROOVING

Cutting speed VC: 192 m/min
Feed per revolution FN: 0.08 mm
Rotational speed maximum RPMX: 2660 1/min

[Show detail](#)
[Knowledge](#)

FIGURA 77. PRELUCRAREA DEGAJĂRII (CAPĂT II) CU PLĂCUȚA RECOMANDATĂ [11]

6.16 Verificarea avansului

6.16.1 Verificarea avansului din punct de vedere al rezistenței corpului cuțitului în care este fixată plăcuța de degroșare

Această verificare se face acolo unde secțiunea așchii este maximă, adică acolo unde avem cel mai intens regim de așchiere.

A) Dacă corpul cuțitului are secțiune dreptunghiulară sau pătrată atunci:

- Pentru corpul cuțitului ales la fixarea plăcuței de degroșare:

$$f_n = \sqrt[0.75]{\frac{3.33 \cdot H \cdot B \cdot \frac{H}{OHX}}{C_4 \cdot t^{x_1} \cdot HB^{n_1}}} = \sqrt[0.75]{\frac{1662.34}{807.84}} = \sqrt[0.75]{2.057} = 2.73 \text{ mm/rot}$$

$$H = 25 \text{ mm}$$

$$B = 25 \text{ mm}$$

$$OHX = 31.3 \text{ mm}$$

- Pentru corpul cuțitului recomandat la fixarea plăcuței de degroșare:

$$f_n = \sqrt[0.75]{\frac{3.33 \cdot H \cdot B \cdot \frac{H}{OHX}}{C_4 \cdot t^{x_1} \cdot HB^{n_1}}} = \sqrt[0.75]{\frac{729.86}{807.84}} = \sqrt[0.75]{0.903} = 0.87 \text{ mm/rot}$$

$$H = 20 \text{ mm}$$

$$B = 20 \text{ mm}$$

$$OHX = 36.5 \text{ mm}$$

$$C_4 = 35.7 - \text{se alege din Anexa 26}$$

$$x_1 = 1 - \text{se alege din Anexa 27}$$

$$y_1 = 0.75 - \text{se alege din Anexa 27}$$

$n_1 = 0.35$ – se alege din Anexa 28

$t = 3.5$ mm – adâncimea de aşchiere maximă la faza de degroşare

H, B, OHX – se aleg din caracteristicile corpului cuţitului pentru plăcuţa de degroşare cu care prelucrăm cea mai mare adâncime de aşchiere, conform schemei de prelucrare.

Dacă $f_n \geq f_{n \text{ recomandat}}$ condiţia este verificată şi suporturile plăcuţelor aleasă şi recomandată rezistă.

B) Dacă corpul cuţitului în care e fixată plăcuţa are secţiune circulară atunci:

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{20d^3}{C_4 \cdot OHX \cdot t^{x_1} \cdot HB^{n_1}}}$$

6.16.2 Verificarea avansului din punct de vedere al rezistenţei plăcuţei de degroşare

A) Dacă $R_m > 600$ N/mm²

- Pentru plăcuţa de degroşare aleasă:

$$f_n = \frac{8.3 \cdot s^{1.8}}{t^{0.3} \cdot R_m} = \frac{8.3 \cdot 16.6029}{1.4561 \cdot 65} = 1.45 \text{ mm/rot}$$

$s = 4.763$ mm – grosimea plăcuţei de degroşare

$t = 3.5$ mm – adâncimea de aşchiere maximă la faza de degroşare

- Pentru plăcuţa de degroşare recomandată:

$$f_n = \frac{8.3 \cdot S^{1.8}}{t^{0.3} \cdot R_m} = \frac{8.3 \cdot 27.8607}{1.4561 \cdot 65} = 2.44 \text{ mm/rot}$$

$S = 6.35$ mm – grosimea plăcuţei de degroşare

$t = 3.5$ mm – adâncimea de aşchiere maximă la faza de degroşare

Dacă $f_n \geq f_n \text{ recomandat}$ condiția este verificată și plăcuța aleasă/recomandată rezistă.

B) Dacă $R_m < 600 \text{ N/mm}^2$

$$f_n = \frac{s^{1.8}}{t^{0.13} \cdot R_m^{0.5}}$$

6.16.3 Verificarea avansului din punct de vedere al calității suprafeței obținute la finisare

- Dacă prelucrarea se realizează cu plăcuța de finisare aleasă:

$$f_n = C_{SR} \cdot R_a^{e_5} \cdot r^{e_6} = 0.0893 \cdot 1.6^{0.597} \cdot 0.794^{0.297} = 0.11 \text{ mm/rot}$$

$C_{SR} = 0.0893$ – se alege din Anexa 29

$e_5 = 0.597$ – se alege din Anexa 29 $r = 0.794 \text{ mm}$ – raza la vârf a plăcuței

$e_6 = 0.297$ – se alege din Anexa 29

$R_a = 1.6 \mu\text{m}$ – rugozitatea obținută după strunjirea de finisare

- Dacă prelucrarea se realizează cu plăcuța de finisare recomandată:

$$f_n = C_{SR} \cdot R_a^{e_5} \cdot r^{e_6} = 0.0909 \cdot 1.6^{0.487} \cdot 1.191^{0.528} = 0.12 \text{ mm/rot}$$

$C_{SR} = 0.0909$ – se alege din Anexa 29

$e_5 = 0.487$ – se alege din Anexa 29 $r = 1.191 \text{ mm}$ – raza la vârf a plăcuței

$e_6 = 0.528$ – se alege din Anexa 29

$R_a = 1.6 \mu\text{m}$ – rugozitatea obținută după strunjirea de finisare

Dacă $f_n \geq f_n \text{ recomandat}$ condiția este verificată.

			INSTRUCȚIUNI SUPLIMENTARE										
Nr. fază	DENUMIREA FAZEI	SCULE	VERIFICA TOARE	REGIM					DIMENSIUNI			NORM.	
				A _p	s	v	n	i	l _{prelucrata}	d _{final}	t	T _{faza}	T _{aux}
1	Strunjire de degroșare Ø42→Ø37.6 – capăt I	SNMG120416-PR // DSDNN2020K 12	șubler		0.707	237	2000	1	123	37.6	2.2	5.994	
2	Strunjire de degroșare Ø37.6→Ø30.6 – capăt I	SNMG150616-PR // DSDNN2525M 12	șubler		0.707	237	2460	1	73.5	30.6	3.5	3.024	
3	Strunjire de degroșare Ø30.6→Ø25.8 – capăt I	SNMG120416-PR // DSDNN2020K 12	șubler		0.707	237	2920	1	55	25.8	2.4	2.628	
4	Strunjire de degroșare Ø25.8→Ø25.8 – capăt I	SNMG120416-PR // DSDNN2020K 12	șubler		0.707	237	3660	1	31	20.6	2.6	0.960	
5	Strunjire de degroșare Ø37.6→Ø30.6 – capăt II	SNMG150616-PR // DSDNN2525M 12	șubler		0.707	237	2460	1	42.5	30.6	3.5	1.764	
6	Strunjire de degroșare Ø30.6→Ø25.8 – capăt II	SNMG120416-PR // DSDNN2020K 12	șubler		0.707	237	2920	1	25	25.8	2.4	0.924	
7	Strunjire de finisare Ø37.6→Ø37 – capăt I	SNMG120412-PF // DSDNN2020K 12	șubler		0.253	351	3020	1	49	37	0.3	1.902	
8	Strunjire de finisare Ø25.8→Ø25.2 – capăt I	SNMG120412-PF // DSDNN2020K 12	șubler		0.253	317	4000	1	22	25.2	0.3	1.482	
9	Strunjirea de degajare – capăt I	N123T3-0200-RS // RF 123T06-2020BM	șubler		0.14	195	2660	1	2	23	1	0.293	
10	Strunjire de finisare Ø25.8→Ø25.2 – capăt I	SNMG120412-PF // DSDNN2020K 12	șubler		0.253	317	4000	1	22	25.2	0.3	1.482	
11	Strunjirea de degajare – capăt II	N123T3-0200-RS // RF 123T06-2020BM	șubler		0.14	195	2660	1	2	23	1	0.293	

Cap. 7. Operația de frezare

7.1 Alegerea sculelor așchietoare pentru prelucrarea canalelor de pană



FIGURA 78. PLĂCUȚA RECOMANDATĂ 390R-070204M PENTRU REALIZAREA CANALULUI DE PANĂ 40X10X5 [11]

Raza la vârf

RE = 0.4 mm

Grosimea plăcuței

S = 2.4 mm

Lungimea efectivă a muchiei de așchiere

LE = 5.9 mm

Lățimea plăcuței

W1 = 4.6 mm

Parametrii regimului de așchiere recomandați

$f_z = 0.07$ mm/rot (0.03...0.1)

$v_c = 335$ m/min (340...330)

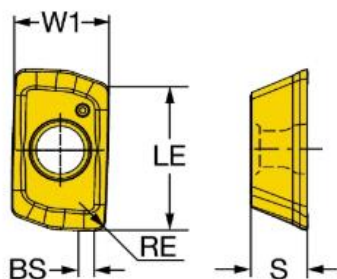


FIGURA 79. REPREZENTAREA GENERICĂ A PLĂCUȚEI PENTRU CANALUL DE PANĂ 40X10X5 [11]



FIGURA 80. SUPORTUL PORT-SCULĂ
[11]

Diametrul de frezare

$DC = 10 \text{ mm}$

Lungimea funcțională

$LF = 60 \text{ mm}$

Lungimea utilă

$LU = 15 \text{ mm}$

Adâncimea maximă de așchiere

$APMX = 5.8 \text{ mm}$

Diametrul de conectare

$DCON = 10 \text{ mm}$

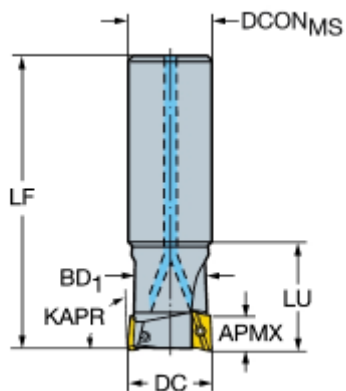


FIGURA 81. REPREZENTAREA
GENERICĂ A SUPORTULUI PORT-
SCULĂ A PLĂCUȚEI 390R-070204M-PM
[11]



FIGURA 82. FREZA DIN CARBURĂ METALICĂ
2N342-0600-PC [11]

Diametrul de frezare

$$DC = 6 \text{ mm}$$

Lungimea funcțională

$$LF = 57 \text{ mm}$$

Lungimea utilă

$$LU = 20 \text{ mm}$$

**Adâncimea maximă de
așchiere**

$$APMX = 13 \text{ mm}$$

Diametrul de conectare

$$DCON = 6 \text{ mm}$$

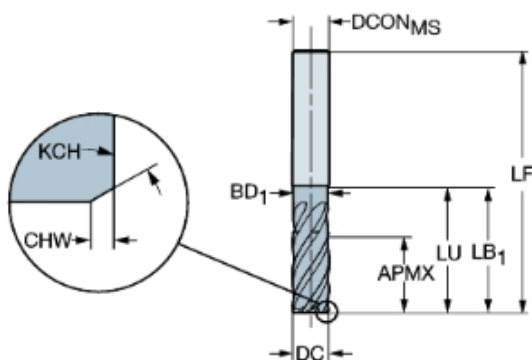
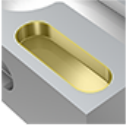


FIGURA 83. REPREZENTAREA GENERICĂ A
FREZEI [11]

7.2 Calculul regimului de așchiere la frezare

Calculul parametrilor regimului de așchiere la frezarea canalelor de pană, cu ajutorul aplicației CoroGuide, este prezentat în figurile 84-85.

STRAIGHT SLOT WITHOUT OPEN ENDS



P
207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

Universal machining centre
28 kW, 18000 1/min

Pre-machining

Depth of machining feature
DEPTHMF 5 mm

General width parameter
WIDTH 10 mm

General length parameter
LENGTH **40** mm

General radius parameter
RADIUS 5 mm

Corner radius maximum
REX mm

[More ...](#)

POCKET MILLING / INDEXABLE



CoroMill 390

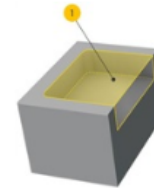
R390-010A10-07L
Tool

390R-070204M-PM 4330
Insert Face

Cylindrical shank without clamping features
(without flange) -metric: 10.00

Cutting diameter	10	mm
DC		mm
Depth of cut maximum	5.8	mm
APMX		mm
Tool life count	752	
TLIFEC		Features
Machining time	00:04.320	
TMF		min:s

CUTTING DATA



STEPS 1

RAMPING

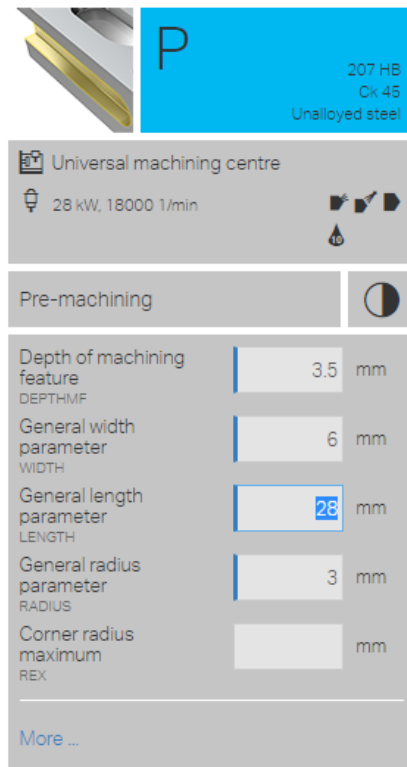
Cutting speed	395	m/min
VC		m/min
Feed per tooth	0.0556	mm
FZ		mm

[Show detail](#)

[Knowledge](#)

FIGURA 84. PRELUCRAREA PRIN FREZARE A CANALULUI DE PANĂ 40x10x5 [11]

STRAIGHT SLOT WITH ONE OPEN END



207 HB
Ck 45
Unalloyed steel

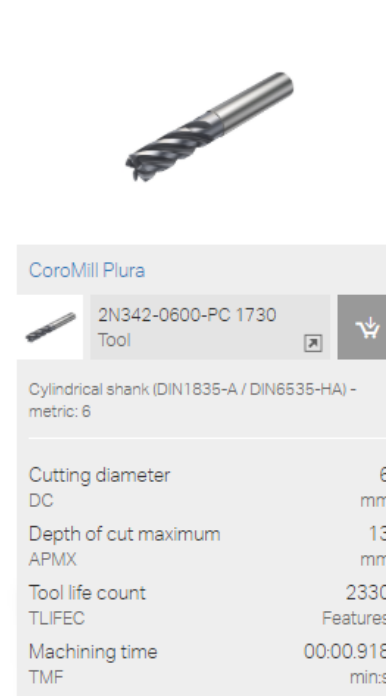
Universal machining centre
28 kW, 18000 1/min

Pre-machining

Depth of machining feature DEPTHMF	3.5 mm
General width parameter WIDTH	6 mm
General length parameter LENGTH	28 mm
General radius parameter RADIUS	3 mm
Corner radius maximum REX	mm

More ...

SLOT MILLING WITH END MILL / SOLID



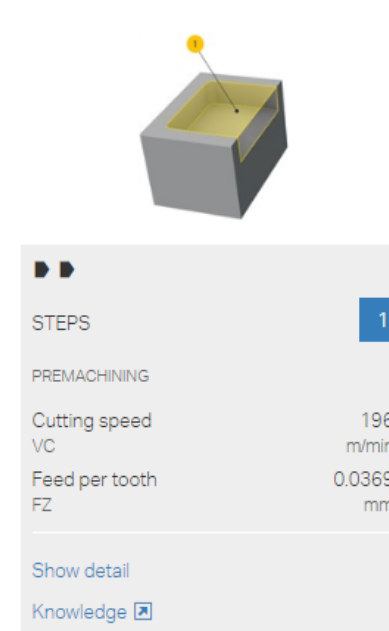
CoroMill Plura

2N342-0600-PC 1730
Tool

Cylindrical shank (DIN1835-A / DIN6535-HA) - metric: 6

Cutting diameter DC	6 mm
Depth of cut maximum APMX	13 mm
Tool life count TLIFEC	2330 Features
Machining time TMF	00:00.918 min:s

CUTTING DATA



STEPS

1

PREMACHINING

Cutting speed VC	196 m/min
Feed per tooth FZ	0.0369 mm

Show detail

Knowledge

FIGURA 85. PRELUCRAREA PRIN FREZARE A CANALULUI DE PANĂ 28x6x3.5 [11]

7.3 Tabel centralizator cu parametrii regimului de aşchiere obţinuţi la frezarea canalelor de pană

	Plăcuţa recomandată	Suportul recomandat	Lungime [mm]	Lăţime [mm]	Adâncime [mm]	Viteza de aşchiere [m/min]	Avans [mm/rot]	Turaţie [rot/min]	Timp de bază [sec]
Canal de pană 40x10x5	390R-070204M-PM	R390-010-07L	40	10	5	395	0.0556	12600	4.32
Canal de pană 28x6x3.5	2N342-0600-PC 1730		28	6	3.5	196	0.0369	10400	0.918
Timpul de bază la frezarea canalelor de pană									5.238

UTCN	AN DE STUDII	GRUPA	PLAN DE OPERAȚII pentru prelucrări mecanice			Denumirea piesei ARBORE	Reper		
Mașina Centru de prelucrare CNC HAAS VF2		Nr.buc. prelucrate simultan 1		Simbol produs	Operația FREZARE	Nr.oper. 5	Copie nr.	Pagina	
Firma	Model	Piesa brută pentru buc.							

	și	Tn	Tb	a	Timp de adaos		Tu
	Grupa categoria lucrării				Ti	To	
			5.238				
Dispozitive: menghină răcire							
	Data	Nume	Semnătura	Nr.	Modificarea	Data	Semnătura
Executat							
Tehnic șef.							
Calc.timp							
Norm.șef							
Șef secție							

Cap. 8. Operația de rectificare

8.1 Introducere

Rectificarea este un procedeu de prelucrare fină și finală prin așchiere a pieselor, executată pe mașini de rectificat, cu ajutorul sculelor abrazive care au tăișuri geometric nedefinite, pentru a obține suprafețe cu precizie dimensională ridicată, cu rugozități reduse și cu precizie ridicată de formă și poziție. Față de alte procedee de așchiere, rectificarea prezintă avantajul de a permite prelucrarea unor materiale cu prelucrabilitate redusă prin așchiere, cum sunt oțelurile călite, fonte, aliaje foarte dure (de exemplu, carburi metalice).

Prelucrarea prin rectificare are loc în mai multe treceri ale discului abraziv, iar la fiecare trecere, acesta îndepărtează un strat subțire de material (0.001...0.05 mm) pe care îl transformă în așchii microscopice (microașchii). Cu cât granulația sculei abrazive este mai fină, cu atât dimensiunile așchiilor sunt mai reduse, obținându-se suprafețe cu rugozitate de $R_a=0.2...0.8 \mu\text{m}$. Precizia dimensiunilor obținute este mai ridicată decât la procedeele de așchiere cu scule având tăișuri geometric definite.

Calitatea suprafeței obținute în urma procesului de rectificare depinde de următorii factori:

- *Corpul abraziv* – caracterizat prin material abraziv, granulație, duritate, structură, liant;
- *Parametrii regimului de așchiere* la rectificare – avans de trecere, avans de pătrundere, viteza periferică a corpului abraziv;
- *Mașina de rectificat* – tip constructiv, stare de uzură, reglaje.

8.2 Corpuri abrazive.

Sculele utilizate la rectificare sunt corpurile abrazive, produse de precizie care pot fi utilizate pentru rectificarea unei game variate de materiale.

Parametrii care permit caracterizarea unui corpul abraziv sunt: **materialul abraziv, granulația, duritatea, structura, liantul.**

8.2.1 Tipuri de materiale abrazive

Corpurile abrazive sunt produse fasonate, formate din cristale dure, cu un număr mare de muchii așchietoare. Aceste cristale sunt legate între ele cu ajutorul lianților, formând produse de forme și de dimensiuni variate [17]. În funcție de natura și caracteristicile materialului supus operației de rectificare se alege tipul materialului abraziv:

Electrocorindon normal 11A

Este un corindon cu un conținut de 95-97% Al_2O_3 , cu duritate și tenacitate ridicată. Se recomandă pentru prelucrarea oțelurilor slab aliate supuse fazelor de degroșare, de mare randament, pe mașini de putere mare.

Electrocorindonul semifriabil 41A

Este un corindon seminobil cu un conținut de 98% Al_2O_3 , cu o fiabilitate mai mare decât a electrocorindonului normal dar cu o duritate și tenacitate mai mică. Se recomandă pentru prelucrarea oțelurilor călite și sensibile la căldură supuse operațiilor de rectificare de precizie.

Electrocorindon nobil alb 33A

Este un corindon de înaltă puritate cu un conținut de min. 99% Al_2O_3 , cu duritate ridicată. Aceste caracteristici ale materialului abraziv conferă corpului abraziv calități foarte bune de autoascuțire și asigură o bună protecție a suprafeței rectificate. Se recomandă pentru prelucrarea oțelurilor rapide, oțelurilor călite, oțelurilor inoxidabile, fontei supuse ascuțirii sau rectificării de precizie.

Electrocorindon monocristalin 31A

Este un corindon cu un conținut de min. 99% Al_2O_3 , obținut printr-un procedeu special. Fiecare granulă de corindon monocristalin constituie un singur cristal cu un număr mare de muchii ascuțite care aderă puternic la punțile de liant,

conferind corpului abraziv calități superioare din punct de vedere al randamentului și preciziei de prelucrare. Se recomandă pentru prelucrarea oțelurilor de scule și a oțelurilor rapide, înalt aliate și foarte sensibile la căldură, supuse operațiilor de rectificare care impun prelucrări de adaosuri mari sau chiar tăieri din plin (avans 2-3 mm/trecere).

Electrocorindon nobil roz 66A

Este un corindon superior, cu un conținut de min. 99% Al_2O_3 și cu un adaos de 0.25% Cr_2O_3 cu o duritate și tenacitate mai mare decât a electrocorindonului nobil. Acest adaos conferă corpului abraziv proprietăți de așchiere deosebite și rezistență mai mare la șocuri mecanice. Se recomandă pentru prelucrarea oțelurilor înalt aliate, oțelurilor inoxidabile, fontei supuse operațiilor de rectificare, înainte și după tratament termic.

Electrorubin 77A

Este un electrocorindon superior cu un conținut de min. 99% Al_2O_3 și cu un adaos 2.5% Cr_2O_3 , cu o duritate și tenacitate mai mare decât a electrocorindonului nobil roz. Se recomandă pentru prelucrarea oțelurilor înalt aliate supuse operațiilor de rectificare la temperaturi joase.

Carbura de siliciu neagră 21C

Este un material abraziv cu un conținut de min. 97% SiC, cu duritate ridicată. Se recomandă pentru prelucrarea fontei, alamei, bronzului, aluminiului precum și a materialelor metalice cu rezistență scăzută, a unor materiale organice, minerale și ceramice supuse operațiilor de rectificare.

Carbura de siliciu verde 22C

Este un material abraziv cu un conținut de min. 99% SiC, cu duritate ridicată (9.5 pe scara Mohs) și cu o fiabilitate mai mare decât a carbunii de siliciu neagră. Se recomandă pentru prelucrarea metalelor dure și foarte dure (carburi metalice), fonta, ceramică, sticlă, roci și betoane supuse operațiilor de rectificare.

8.2.2. Granulația

Granulația reprezintă mărimea medie a granulelor abrazive și este simbolizată cu un număr, în conformitate cu standardul FEPA (seria F). La alegerea granulației unui corp abraziv trebuie respectate următoarele reguli:

- Granulații grobe sunt recomandate la rectificarea de degroșare pentru:
 - Piese mari;
 - Materiale moi;
 - Suprafețe de contact mari;
 - Adaosuri de prelucrare mari.
- Granulații fine sunt recomandate la rectificarea de finisare pentru:
 - Materiale dure și fragile;
 - Suprafețe de contact mici;
 - Adaosuri de prelucrare mici.

8.2.3 Duritatea

Duritatea unui corp abraziv reprezintă rezistența pe care o opune liantul față de forțele externe care tind să desprindă granulele de pe suprafața corpului abraziv. Convențional, pentru simbolizarea durității se folosesc litere. În funcție de gradul de duritate corpurile abrazive se clasifică în următoarele grupe:

- Foarte moi: E, F, G;
- Moi: H, I, J, K;
- Medii: L, M, N, O;
- Dure: P, Q, R, T;
- Superdure: Z

8.2.4 Structura

Structura unui corp abraziv reprezintă raportul procentual dintre volumele de material abraziv, liant și pori. Convențional pentru simbolizarea

structurii corpurilor abrazive se folosesc cifre de la 1 la 12. În funcție de structură, corpurile abrazive se clasifică în următoarele grupe:

- Foarte deschise: 10, 11, 12;
- Deschise: 7, 8, 9;
- Medii (normale): 5, 6;
- Închise: 3, 4;
- Foarte închise: 1, 2.

Structura standard este 5 pentru corpurile abrazive cu liant ceramic, respectiv 4 pentru corpurile abrazive cu liant bachelitic.

8.2.5 Liantul

În funcție de natura lianților folosiți, corpurile abrazive se pot clasifica astfel:

- Corpuri abrazive cu liant ceramic;
- Corpuri abrazive cu liant bachelitic;
- Corpuri abrazive cu liant magnezitic;
- Corpuri abrazive cu liant elastic.

Convențional, pentru simbolizarea lianților utilizați la fabricarea corpurilor abrazive se folosesc litere și cifre:

- V – pentru lianți ceramici (vitrificați);
- B – pentru lianți bachelitici;
- M – pentru lianți magnezitici;
- E – pentru lianți elastici.

Codificarea corpurilor abrazive este explicată în figura 86.



1. Denumire comercială
2. Standard de calitate
3. Număr Lot
4. Forma corpului abraziv
5. Dimensiunile corpului abraziv
6. Tip material abraziv
 - 11A Electrocorindon normal
 - 41A Electrocorindon semifriabil
 - 33A Electrocorindon nobil
 - 66A Electrocorindon nobil roz
 - 21C Carbură de siliciu neagră
 - 22C Carbură de siliciu verde
7. Granulație

Grobă	Medie	Fină	Foarte fină
16	46	120	280
↓	↓	↓	↓
36	100	240	800
8. Duritate
 - Foarte moale E,F,G
 - Moale H,I,J,K
 - Medie L,M,N,O
 - Dură P,Q,R, T
 - Superdură Z
9. Structură
 - Închisă 3,4
 - Medie 5,6
 - Deschisă 7-9
 - Foarte deschisă 10-12
10. Tip liant
 - V ceramic
 - B bachelitic
 - M magnezitic
 - E elastic
11. Viteză maximă de lucru/turație

FIGURA 86. CODIFICAREA CORPURILOR ABRAZIVE PRODUSE LA CARBOCHIM

8.2.6 Viteza periferică

Viteza periferică de lucru este un parametru cu influență directă asupra rectificării. Corpurile abrazive se utilizează la viteze periferice de lucru între 20–80 m/s după cum urmează:

- Corpuri abrazive cu liant ceramic: 32, 35, 40, 63m/s;
- Corpuri abrazive cu liant bachelitic: 32, 45, 50, 63, 80m/s;
- Corpuri abrazive cu liant magnezitic: 16, 20m/s;

- Corpuri abrazive cu liant elastic: 20m/s.

8.3 Alegerea sculelo și stabilirea regimului de aşchiere la rectificare cilindrică a tronsoanelor de diametru Ø25h7 și lungime 22 mm.

8.3.1. Alegerea discului abraziv

O problemă importantă a rectificării o constituie alegerea corectă a copurilor abrazive și a caracteristicilor acestora. Ele determină parametrii de calitate ai prelucrării, productivitatea și uzura discului abraziv. Formele și dimensiunile discurilor abrazive sunt normalizate prin standardele prezentate în Anexa 31, iar dimensiunile acestora sunt date în Anexa 32.

Din STAS 601/1-84, conform Anexei 32 se alege o corp abraziv cilindric plan 250x40x32, iar din Anexa 35, în funcție de materialul ce urmează a fi rectificat și de modalitatea de prindere a piesei în vederea prelucrării, se alege:

- Materialul abraziv: En
- Granulația: 40
- Duritatea: J
- Liantul: C

8.3.2. Alegerea mașinii-unelte

Prelucrarea se realizează pe o mașina de rectificat exterior tip W.M.W (Anexa 36), care poate prelucra între vârfuri o piesă a cărei lungime nu depășește 450 mm, respectiv înălțimea vârfurilor la 85 mm.

8.3.3. Stabilirea adaosului de prelucrare

În funcție de tipul rectificării, materialul de prelucrat, diametrul și lungimea tronsonului de rectificat se alege adaosul de prelucrare pe diametru, conform Anexei 38.

$$A_p = 0.35 \text{ mm}$$

8.3.4. Stabilirea durabilității economice a discului abraziv

Durabilitățile economice recomandate pentru diferite corpuri abrazive sunt prezentate în Anexa 34, în funcție de tipul prelucrării, diametrul și lățimea discului.

$$T_{ec} = 5 \text{ min}$$

8.3.5. Stabilirea adâncimii de așchiere și a numărului de treceri

Adâncimile de așchiere pe trecere recomandate la rectificare sunt prezentate în Anexa 41, pentru prelucrarea prin rectificare cilindrică exterioară cu avans de pătrundere. Adâncimea de așchiere se reglează cu ajutorul avansului transversal al discului, avans care poate fi comandat manual sau automat (de regulă, la mai multe treceri cu aceeași adâncime de așchiere).

$$t = f_t = 0.010 \text{ mm/trecere}$$

$$i = \frac{A_p}{2t} = \frac{0.35}{2 \cdot 0.010} = 17.5 = 18 \text{ treceri}$$

8.3.6. Stabilirea avansului longitudinal

Dacă lungimea de rectificat este mai mare decât lățimea discului cu care realizăm rectificarea, în funcție de felul prelucrării se alege din Anexa 33 avansul longitudinal:

$$f_l = \beta \cdot B \quad \text{unde } B \text{ este lățimea discului abraziv}$$

La rectificarea de degroșare $\beta = 0.5 \dots 0.8$

La rectificarea de finisare $\beta = 0.25 \dots 0.4$

8.3.7. Stabilirea vitezei de așchiere

În funcție de materialul de prelucrat și tipul rectificării se alege viteza de așchiere a discului abraziv din Anexa 39. Se adoptă $v = 26 \text{ m/sec}$

Se calculează în continuare turația discului cu relația:

$$n = \frac{60000 \cdot 26}{\pi \cdot D_{ext}} = 1986.25 \text{ rot/min}$$

Din caracteristicile mașinii de rectificat W.M.W 450 se alege turația reală cu care se poate învârti corpul abraziv. Turația adoptată $n_r = 2040 \text{ rot/min}$ (Anexa 36). Viteza de așchiere reală, folosind așadar turația reală a mașinii de rectificat va fi:

$$v_r = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2040}{60000} = 26.7 \text{ m/s}$$

8.3.8. Stabilirea vitezei de avans (circular) a piesei

a) cu avans de pătrundere

$$v_p = \frac{0.165 \cdot d_p^{0.3}}{T^{0.5} \cdot f_t} = 19.43 \text{ m/min}$$

Unde v_p – viteza piesei

d_p – diametrul piesei de rectificat

T – durabilitatea economica a discului abraziv

f_t – avansul de pătrundere

b) cu avans longitudinal

$$v_p = \frac{0.2 \cdot d_p^{0.3}}{T^{0.5} \cdot \beta \cdot f_t} \cdot K_{vT}$$

Unde K_{vT} – coeficient de corecție (Anexa 44)

Turația piesei se calculează astfel:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot d_p} = 247.39 \text{ rot/min}$$

8.3.9. Verificarea puterii

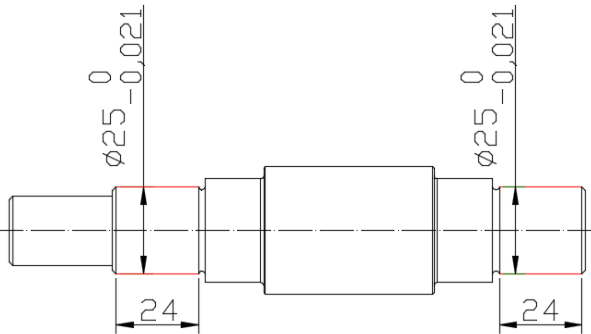
Se alege din Anexa 40 puterea efectivă a mașinii-unelte: $N_e = 3.2 \text{ kW}$ care se corelează cu următorii coeficienți: $K_1=0.8$ în funcție de lățimea și duritatea piesei (Anexa 40.3), respectiv $K_2=0.8$, rezultând puterea reală:

$$N_r = N_e \cdot K_1 \cdot K_2 = 3.2 \cdot 0.8 \cdot 0.8 = 2.048 \text{ kW}$$

8.3.10. Calculul timpului de bază la rectificarea cilindrică cu avans de pătrundere

$$t_b = \frac{A_p}{v_{sp}} \cdot i = 2.55 \text{ min}$$

$$v_{sp} = f_t \cdot n_p = 0.010 \cdot 247.39 = 2.47 \text{ m/min}$$

UTCN	AN DE STUDII	GRUPA	PLAN DE OPERAȚII pentru prelucrări mecanice			Denumirea piesei		Reper			
						ARBORE					
Mașina de rectificat WMW 450		Nr.buc. prelucrate simultan		Simbol produs	Operația RECTIFICARE		Nr.oper. 10	Copie nr.	Pagina		
		1									
Firma	Model	Piesa brută pentru buc.									
					Grupa și categoria lucrării	Tn	Tb	a	Timp de adaos		Tu
									Ti	To	
						2.55					
Dispozitive: inimă de antrenare și vârful păpușii mobile răcire											
	Data	Nume	Semnătura	Nr.	Modificarea	Data	Signătura				
Executat											
Tehnic șef.											
Calc.timp											
Norm.șef											
Șef secție											
INSTRUCȚIUNI SUPLIMENTARE											



Anexa.1 Corelația dintre caracteristicile diferitelor procedee de prelucrare a suprafețelor și rugozitatea acestora după prelucrare

Procedeul de prelucrare [16]	Caracterul prelucrării	Valorile rugozității [μm]														
		0.01	0.012	0.02	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Turnare în nisip													*	*	*	*
Turnare în cochilă										*	*	*	*	*		
Turnare sub pres.								*	*	*	*	*				
Forjare liberă											*	*	*	*		
Forjare în matriță										*	*					
Sablare													*	*	*	*
Laminare la cald												*	*	*	*	*
Tragere la rece							*	*	*	*	*					
Extrudare							*	*	*	*						
Debitare	cu fierăstrău											*	*	*	*	*
	cu cuțit									*	*	*	*			
	Degroșare												*	*	*	*

Strunjirea exterioară	Semifinisare											*	*	*		
	Finisare								*	*	*	*	*			
	Foarte fină						*	*	*							
Strunjire interioară	Degroșare											*	*	*	*	
	Semifinisare										*	*	*			
	Finisare								*	*	*	*				
	Foarte fină						*	*	*	*						
	Alezare cu cuțitul						*	*	*	*						
Frezare cilindrică	Degroșare											*	*	*	*	
	Finisare								*	*	*	*				
	Foarte fină							*	*							
Frezare frontală	Degroșare											*	*	*	*	
	Finisare								*	*	*	*				
	Foarte fină							*	*							
Alezare	Degroșare									*	*					
	Finisare								*	*						
	Foarte fină						*	*	*							

Găurire cu burghiul	cu diam. < 15 mm											*	*				
	cu diam. > 15 mm											*	*	*			
Adâncire												*	*				
Lărgire											*	*					
Prelucrarea danturii	Rabotare								*	*	*						
	Mortezare, frezare de degroșare									*	*						
	Mortezare, frezare fină						*	*	*								
	Șeveruire					*	*	*									
	Rectificare grosolană						*	*	*								
	Rectificare îngrijită					*	*										
	Lepuire				*	*	*										
	Cu filiera, cu tarod									*	*						

Filetare	Cu cuțit pieptene, frezare								*	*							
	Cu cap de frezat								*	*							
	Rectificare					*	*	*									
Rectificare rotundă	Degroșare								*	*	*	*					
	Finisare							*	*	*							
	Foarte fină					*	*	*	*								
Rectificare plană	Degroșare							*	*	*							
	Finisare							*	*								
	Foarte fină					*	*										
Rodare	Degroșare							*	*								
	Semifinisare				*	*	*	*									
	Finisare		*	*	*	*	*										
	Foarte fină	*	*	*	*												
Honuire	Semifinisare						*	*	*								
	Finisare			*	*	*	*	*									
	Foarte fină	*	*	*													
Lepuire	Prealabilă							*	*								

	Medie					*	*	*								
	Finisare			*	*	*										
	Foarte fină	*	*	*	*											
Lustruire	Degroșare						*	*								
	Finisare				*	*	*									
	Foarte fină			*	*	*										
Supranetezire	Preliminară					*	*									
	Finală	*	*	*	*	*										
Prelucrări neconvenționale	Electroeroziune de degroșare														*	*
	Electroeroziune de finisare								*	*	*	*	*	*		
	Prelucrări electrochimice				*	*	*	*	*	*						
	Prelucrări cu ultrasunete							*	*	*	*					
Rulare						*	*	*								

Anexa 2. Toleranța T, în μm , pentru dimensiuni de la 1 până la 500 mm (STAS 8101-68), valabile atât pentru prelucrarea suprafețelor de revoluție cât și a suprafețelor plane

Dimensiunea nominală, mm	Treapta de precizie [16]											
	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Peste 1 la 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
Peste 3 la 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
Peste 6 la 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
Peste 10 la 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
Peste 18 la 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
Peste 30 la 50	11	16	25	39	62	100	162	250	390	620	1000	1600
Peste 50 la 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
Peste 80 la 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
Peste 120 la 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
Peste 180 la 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1160	1850	2900
Peste 250 la 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
Peste 315 la 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
Peste 400 la 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Anexa 3. Toleranța T , pentru dimensiuni peste 500 până la 5000 mm

Dimensiunea nominală, mm	Treapta de precizie [16]										
	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
	Valori în μm						Valori în mm				
Peste 500 la 630	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4
Peste 630 la 800	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2.0	3.2	5.0
Peste 800 la 1000	56	90	140	230	360	560	0.9	1.40	2.3	3.6	5.6
Peste 1000 la 1250	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6
Peste 1250 la 1600	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5.0	7.8
Peste 1600 la 2000	92	150	230	379	600	920	1.5	2.3	3.7	6.0	9.2
Peste 2000 la 2500	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
Peste 2500 la 3150	135	210	330	450	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5
Peste 3150 la 4000	-	260	410	660	1050	1650	2.6	4.1	6.6	10.5	16.5
Peste 4000 la 5000	-	320	500	800	1300	2000	3.2	5.0	8.0	13.0	20.0

Anexa 4. Calitatea suprafeței la bare laminate și trase din oțel

Felul semifabricatului [16]		R_z, μm	S, μm
Oțel rotund laminat la cald	Până la 30 mm	125	150
	32...80 mm	160	250
	90...180 mm	200	300
	200...300 mm	320	400
Oțel rotund tras la rece		63	60
Oțel rotund tras și șlefuit		10	20

Anexa 5. Parametrii obținuți la prelucrarea oțelului laminat la cald. Suprafețe de revoluție exterioare

Procedeul de prelucrare [16]	IT	R_z, μm	S, μm
Strunjire:			
-cojire	14	125	120
-degroșare	12	63	60
-finisare	10...11	32...20	30
-într-o singură fază	10...11	32...20	30
-fină de netezire (cu carburi sau cu diamant)	7...9	6.3...3.2	-
Rectificare între vârfuri și rectificatoare fără vârfuri:			
-degroșare	8...9	10	20
-finisare sau într-o singură fază	7...8	6.3	12
-fină de netezire	5...6	3.2...0.8	6...2

Anexa 6. Corespondența dintre treapta de precizie și metoda de prelucrare

Metoda de prelucrare [16]	Caracterul prelucrării	Treapta de precizie, IT
Strunjire (exterioară, interioară)	-Degroșare	10, 11, 12, 13
	-Finisare	7, 8, 9, 10
	-Foarte fină (cu diamant)	5, 6, 7
Frezare (cilindrică plană)	-Degroșare	9, 10, 11, 12
	-Finisare	8, 9, 10
	-Foarte fină	7
Rabotare	-Degroșare	10, 11, 12
	-Finisare	8, 9, 10, 11
Găurirea		9, 10, 11, 12
Adâncirea		8, 9, 10, 11, 12
Alezarea	-Degroșare	6, 7, 8
	-Finisare	6, 7
	-Foarte fină	5, 6

Rectificarea	-Degroșare	7, 8, 9, 10
	-Finisare	6, 7, 8
	-Foarte fină	5, 6, 7
Honuire	-Medie	6, 7
Lepuire	-Fină	5, 6
Filetare	-Cu filiera	6, 7, 8
	-Cu cuțit pieptene/frezare	6, 7, 8
	-Rectificare	5, 6, 7
Danturarea	-Prelucrare cu scule din RP sau CM	6, 7, 8, 9, 10
	-Rectificare	5, 6
Notații: RP – oțel rapid; CM – carburi metalice		

Anexa 7. Erori de fixare în direcție radială ε_r , μm

Caracterizarea suprafeței de bazare [16]	Diametrul suprafeței strânse, în mm									
	6- 10	10- 18	18- 30	30- 50	50- 80	80- 120	120- 180	180- 260	260- 360	360- 500
	Fixare în universal cu 3 bacuri									
Turnată:										
-în formă de nisip, formare mecanică, model metalic	220	270	320	370	420	500	600	700	800	900
-în cochilă	150	175	200	250	300	350	400	450	550	650
-cu modele fuzibile	50	60	70	80	100	120	140	160	-	-
-sub presiune	25	30	35	40	50	60	70	80	-	-
Matrițată la cald	220	270	320	370	420	500	600	700	800	-
Laminată la cald	220	270	320	370	420	500	-	-		
-prelucrată de degroșare	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200
-prelucrată de finisare	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
-rectificată	20	20	20	20	30	30	40	40	50	50

Fixare în bucă elastică de strângere										
Bară trasă la rece	40	50	60	70	80	-	-	-	-	-
-prelucrată de degroșare	40	50	60	70	80	-	-	-	-	-
-prelucrată de finisare	20	25	30	35	40	-	-	-	-	-
Turnată:										
-în formă de nisip, formare mecanică, model metalic	180	220	260	320	380	440	500	580	660	760
-în cochilă	120	140	170	200	240	280	320	380	440	500
-cu modele fuzibile	40	140	60	70	80	90	100	120	-	-
-sub presiune	20	25	30	35	40	45	50	60	-	-
Laminată la cald	180	220	260	320	380	440	500	-	-	-
-prelucrată prin degroșare	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
-prelucrată de finisare	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80
<p>Observație: La executarea mai multor faze de prelucrare pe aceeași suprafață, cu o singură fixare a semifabricatului, valorile indicate în tabel se vor lua numai pentru prima fază tehnologică. Pentru faza următoare $\varepsilon_{x+1} = k \cdot \varepsilon_x + \varepsilon_{ind}$ (1), unde k este un coeficient de micșorare $k=0.06$, ε_x este eroarea de fixare la prima fază, iar ε_{ind} este eroarea de indexare care are valoarea $\varepsilon_{ind} = 50\mu m$.</p>										

Anexa 8. Curbarea specifică a semifabricatelor laminate la cald Δ_c , $\mu\text{m}/\text{mm}$

Caracteristicile barei laminate	Lungimea semifabricatului laminat [16], mm				
	Până la 120	121...180	181...315	316...400	401...500
Fără îndreptare	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Caracteristicile barei laminate	Diametrul semifabricatului laminat, mm				
	Până la 30	31...50	51...80	81...120	Peste 120
Fără îndreptare,					
După călire cu încălzire:					
• În cuptor	2.0	1.3	0.9	0.6	0.3
• Cu CIF	1.0	0.65	0.45	0.3	0.15
După îndreptare cu presa	0.13	0.12	0.11	0.10	0.08

Anexa 9. Curbarea specifică a barelor din oțel rotund calibrat $\Delta_c, \mu m/mm$

Diametrul barei calibrate, mm	Fără îndreptarea semifabricatelor după tratamentul termic [16]	
	În cuptor	Cu CIF
Până la 25	1.6	0.80
Peste 25 la 50	1.3	0.65
Peste 50 la 70	0.9	0.45

Observații:

1. Pentru barele de oțel rotund calibrat se admit în stare de livrare, conform STAS 1800-80, următoarele valori ale curbării specifice Δ_c :
 - Pentru oțel T, CT și TRS: $5 \mu m/mm$ pentru diametre până la 15 mm inclusiv și $3 \mu m/mm$ pentru diametre peste 15 mm
 - Pentru oțelul TS, CS și TRS: $3 \mu m/mm$ pentru diametre până la 18 mm inclusiv.
2. La prinderea între vârfuri curbarea totală se calculează cu relația 1, iar curbarea locală cu relația 2. La prinderea cu bușă elastică, în consolă curbarea totală se calculează cu relația 3, în care lungimea lse consideră până la secțiunea de fixare în bușă elastică. La rectificarea fără vârfuri, curbarea totală se calculează cu relația 1.

$$\rho_{cmax} = \Delta_c \cdot l \quad [\mu m] \quad (1)$$

$$\rho_c = 2 \cdot \Delta_c \cdot l_c \quad [\mu m] \quad (2)$$

$$\rho_{cmax} = 2 \cdot \Delta_c \cdot l \cdot \cos[\arctg(2 \cdot \Delta_c)] \quad [\mu m] \quad (3)$$

Unde: l – lungimea totală, $[mm]$

Δ_c – curbarea specifică, $[\mu m/mm]$

l_c – distanța de la secțiunea de prelucrat pentru care se determină curbarea, până la capătul cel mai apropiat, $[mm]$

ρ_c – curbarea locală, $[\mu m]$

ρ_{cmax} – curbarea totală, $[\mu m]$

Valorile abaterilor spațiale remanente după diferitele operații de prelucrare prin așchiere se calculează pe baza legii copierii abaterilor spațiale ale semifabricatelor brute la o scară de micșorare cu formula:

$$\rho = k \cdot \rho_{sfmax} \quad [mm] \quad (4)$$

Unde, k este un coeficient care indică gradul de micșorare a abaterilor spațiale

ρ_{sfmax} abaterea spațială a semifabricatului brut

Anexa 10. Valori diametre de găurire pentru realizarea filetelor prin așchiere

Filetul ISO METRIC – DIN 336			
Tip filet x Pas [mm]	Diametrul găurii [mm]	Diam. filet interior minim [mm]	Diam. filet interior maxim [mm]
M1 x 0.25	0.75	0.729	-
M1.1 x 0.25	0.85	0.829	-
M1.2 x 0.25	0.95	0.929	-
M1.3 x 0.3	1.10	1.075	-
M1.6 x 0.35	1.25	1.221	1.321
M1.8 x 0.35	1.45	1.421	1.521
M2 x 0.40	1.60	1.567	1.679
M2.2 x 0.45	1.75	1.713	1.838
M2.5 x 0.45	2.05	2.013	2.138
M3 x 0.50	2.50	2.459	2.599
M3.5 x 0.60	2.90	2.850	3.010

M4 x 0.70	3.30	3.242	3.422
M4.5 x 0.75	3.70	3.688	3.878
M5 x 0.80	4.20	4.134	4.334
M6 x 1.00	5.00	4.917	5.153
M7 x 1.00	6.00	5.917	6.153
M8 x 1.25	6.80	6.647	6.912
M9 x 1.25	7.80	7.647	7.912
M10 x 1.50	8.50	8.376	8.676
M11 x 1.50	9.50	9.376	9.676
M12 x 1.75	10.20	10.106	10.441
M14 x 2.00	12.00	11.835	12.210
M16 x 2.00	14.00	13.835	14.210
M18 x 2.5	15.50	15.294	15.744
M20 x 2.5	17.50	17.294	17.744
M22 x 2.5	19.50	19.294	19.744
M24 x 3.00	21.00	20.752	21.252

M27 x 3.00	24.00	23.752	24.252
M30 x 3.5	26.50	26.211	26.771
M33 x 3.5	29.50	29.211	29.771
M36 x 4.00	32.00	31.670	32.270
M39 x 4.00	35.00	34.670	35.270
M42 x 4.50	37.50	37.129	37.799
M45 x 4.50	40.50	40.129	40.799
M48 x 5.00	43.00	42.587	43.297
M52 x 5.00	47.00	46.587	47.287
M56 x 5.50	50.50	50.046	50.796
Filetul ISO METRIC FIN – DIN 336			
Tip filet x Pas [mm]	Diametrul găurii [mm]	Diam. filet interior minimv[mm]	Diam. filet interior maxim [mm]
MF2.5 x 0.35	2.15	2.121	2.221
MF3 x 0.35	2.65	2.621	2.721
MF3.5 x 0.35	3.15	3.121	3.221

MF4 x 0.50	3.50	3.459	3.599
M4F.5 x 0.50	4.00	3.959	4.099
MF5 x 0.50	4.50	4.459	4.599
MF5.5 x 0.50	5.00	4.959	5.099
MF6 x 0.75	5.20	5.188	5.378
MF7 x 0.75	6.20	6.188	6.378
MF8 x 0.50	7.50	7.459	7.599
MF8 x 0.75	7.20	7.188	7.378
MF8 x 1.00	7.00	6.917	7.153
MF9 x 0.75	8.20	8.188	8.378
MF9 x 1.00	8.00	7.917	8.153
MF10 x 0.75	9.20	9.188	9.378
MF10 x 1.00	9.00	8.917	9.153
MF10 x 1.25	8.80	8.647	8.912
MF11 x 0.75	10.20	10.188	10.378
MF11 x 1.00	10.00	9.917	10.153

MF12 x 1.00	11.00	10.917	11.153
MF12 x 1.25	10.80	10.647	10.912
MF12 x 1.50	10.50	10.376	10.676
MF14 x 1.00	13.00	12.917	13.153
MF14 x 1.25	12.80	12.647	12.912
MF14 x 1.50	12.50	12.376	12.676
MF15 x 1.00	14.00	13.917	14.153
MF15 x 1.50	13.50	13.376	13.676
MF16 x 1.00	15.00	14.197	15.153
MF16 x 1.25	14.75	14.647	14.912
MF16 x 1.50	14.50	14.376	14.676
MF17 x 1.00	16.00	15.917	16.153
MF17 x 1.50	15.50	15.376	15.676
MF18 x 1.00	17.00	16.917	17.153
MF18 x 1.25	16.50	16.376	16.676
MF18 x 1.50	16.00	15.835	16.210

MF20 x 1.00	19.00	18.917	19.153
MF20 x 1.50	18.50	18.376	18.676
MF20 x 2.00	18.00	17.835	18.210
MF22 x 1.00	21.00	20.917	21.153
MF22 x 1.50	20.50	20.376	20.676
MF22 x 2.00	20.00	19.835	20.210
MF24 x 1.00	23.00	22.917	23.153
MF24 x 1.50	22.50	22.376	22.676
MF24 x 2.00	22.00	21.835	22.210
MF25 x 1.00	24.00	23.917	24.153
MF25 x 1.50	23.50	23.376	23.676
MF25 x 2.00	23.00	22.835	23.210
MF27 x 1.00	26.00	25.917	26.153
MF27 x 1.50	25.50	25.376	25.676
MF27 x 2.00	25.00	24.835	25.210
MF28 x 1.00	27.00	26.917	27.153

MF28 x 1.50	26.50	26.376	26.676
MF28 x 2.00	26.00	25.853	26.210
MF30 x 1.00	29.00	28.917	29.153
MF30 x 1.50	28.50	26.376	28.676
MF30 x 2.00	28.00	27.835	28.210
MF32 x 1.50	30.50	30.376	30.676
MF32 x 2.00	30.00	29.835	30.210
MF33 x 1.50	31.50	31.376	31.676
MF33 x 2.00	31.00	30.835	31.210
MF33 x 3.00	30.00	29.752	30.252
MF35 x 1.50	33.50	33.376	33.676
MF36 x 1.50	34.50	34.376	34.676

Anexa 11. Valorile coeficienților k de micșorare a abaterilor spațiale

Faza tehnologică [16]	Coeficientul k
După strunjire:	
-într-o singura fază	0.05
-degroșare	0.06
-semifinisare	0.03
-finisare	0.025
După rectificare:	
-de degroșare	0.003
După frezarea de degroșare a suprafețelor plane (matrițate, forjate liber, sau turnate)	0.06

Anexa 12. Abaterile limită pentru oțelul rotund laminat la cald (STAS 333-87)

Diametrul d [16]		Toleranța, T [μm]	Diametrul, d		Toleranța, T [μm]
Nominal [mm]	Abateri limită [mm]		Nominal [mm]	Abateri limită [mm]	
10		900	50	+0.5	1700
11			53	-1.2	
12			56		
13			60		1900
14			65	+0.6	
15			70	-1.3	
16			75		2100
17	+0.3		78		
18	-0.6		80	+0.6	
19			85	-1.5	2900
20			90		
21			95		
22			100	+1.0	
23					

24			110	-1.9	
25					
26			120		
27			130	+1.2	3400
28			140	-2.2	
29			150		
30			160		
32	+0.3		170	+1.5	4200
34	-0.9		180	-2.7	
35		1200	200		
36					
37			220		
38			250	+2.0	5500
40			270	-3.5	
42			300		
44					
45					
48					

Anexa 13. Abaterile limită pentru oțelul rotund calibrat (STAS 1800-80)

Diametrul [mm] [16]	Abateri limită la diametru [mm]			Diametrul [mm]	Abateri limită la diametru [mm]		
	h9	h10	h11		h9	h10	h11
4	0	0	0	20.0	-	0	0
	-0.025	-0.040	-0.075	21.0			
4.5			22.0				
4.8			23.0				
5.0	0	0	24.0				
5.5	-0.030	-0.048	25.0				
6.0			26.0				
6.5			27.0				
7.0			28.0				
7.5			29.0				
8.0	0	0	30.0				
8.5	-0.036	-0.058					
9.0							
9.5							
10.0							

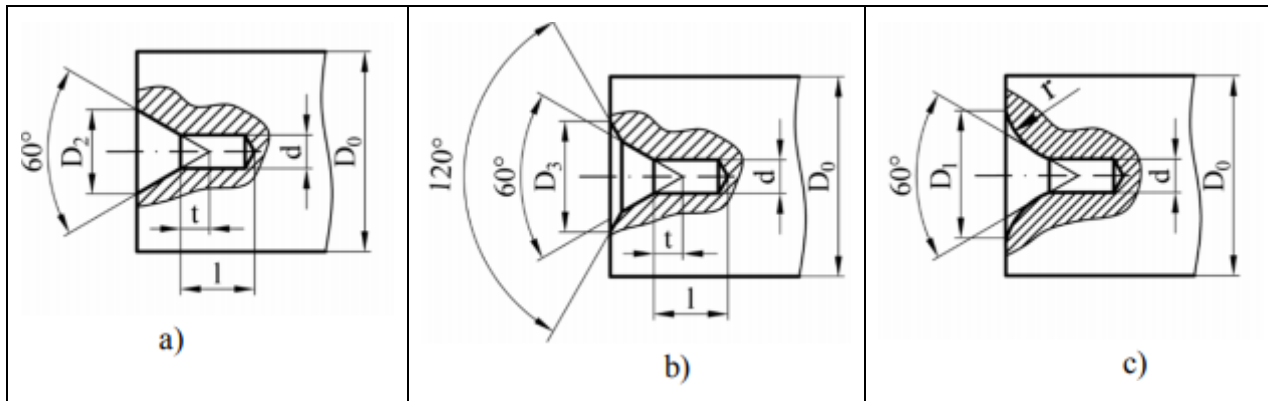
10.5							
11.0				31.0			
11.5				32.0			
12.0				33.0			
12.5				34.0			
13.0				35.0			
13.5				36.0			
14.0				38.0			
14.5	0	0	0	39.0		0	0
15.0	-0.043	-0.070	-0.110	40.0	-	-0.100	-0.160
15.5				42.0			
16.0				45.0			
16.5				46.0			
17.0				48.0			
17.5				50.0			
18.0							
18.5				55.0			
19.0	-	0	0	56.0			

19.5		-0.084	-0.130	58.0			
				60.0	-	0	0
				63.0		-0.120	-0.190
				65.0			
				70.0			

Anexa 14. Găuri de centrare - SR EN ISO 6411:2001

Găurile de centrare de uz general, au trei forme constructive:

- a) Gaură de centrare de tip A – fără teșitură de protecție – se utilizează pentru fazele de degroșare și semifinisare;
- b) Gaură de centrare de tip B – cu teșitură de protecție – se utilizează pentru faza de finisare;
- c) Gaură de centrare de tip R – cu profil rectiliniu – se utilizează pentru fazele de finisare.

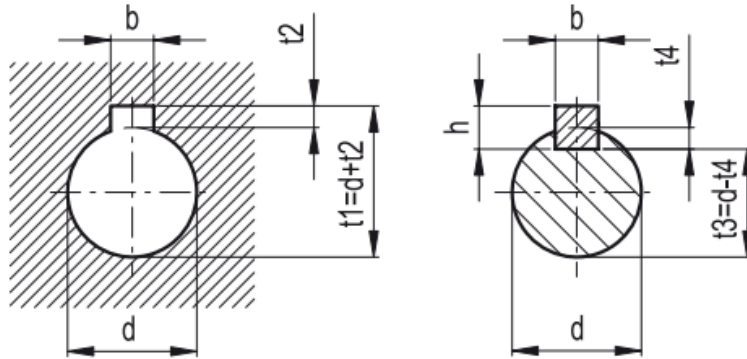


Dimensiunile care sunt necesare pentru specificarea unei găuri de centrare, în funcție de tipul acesteia, sunt date în tabelul de mai jos.

d [mm]	Tip A		Tip B		Tip R
	D₂ [mm]	t [mm]	D₃ [mm]	t [mm]	D₁ [mm]
1.6	3.35	1.4	5.0	1.4	3.35
2.0	4.25	1.8	6.3	1.8	4.25
2.5	5.30	2.2	8.0	2.2	5.30
3.15	6.70	2.8	10	2.8	6.70

Anexa 15. Extras DIN 6885/1 și DIN 6885/2 - dinesiuni de pene

DIN 6885/1					
d [mm]	b P9/JS9	b P9/N9	h	t2	t4
De la 6 la 8	2	2	2	1 ^{+0.1}	1.2 ^{+0.1}
De la 8 la 10	3	3	3	1.4 ^{+0.1}	1.8 ^{+0.1}
De la 10 la 12	4	4	4	1.8 ^{+0.1}	2.5 ^{+0.1}
De la 12 la 17	5	5	5	2.3 ^{+0.1}	3 ^{+0.1}
De la 17 la 22	6	6	6	2.8 ^{+0.1}	3.5 ^{+0.1}
De la 22 la 30	8	8	7	3.3 ^{+0.2}	4 ^{+0.2}
De la 30 la 38	10	10	8	3.3 ^{+0.2}	5 ^{+0.2}
De la 38 la 44	12	12	8	3.3 ^{+0.2}	5 ^{+0.2}
De la 44 la 50	14	14	9	3.8 ^{+0.2}	5.5 ^{+0.2}



DIN 6885/2					
d [mm]	b P9/JS9	b P9/N9	h	t2	t4
De la 10 la 12	4	4	4	1.1 ^{+0.1}	3 ^{+0.1}
De la 12 la 17	5	5	5	1.3 ^{+0.1}	3.8 ^{+0.1}
De la 17 la 22	6	6	6	1.7 ^{+0.1}	4.4 ^{+0.1}
De la 22 la 30	8	8	7	1.7 ^{+0.2}	5.4 ^{+0.2}
De la 30 la 38	10	10	8	2.1 ^{+0.2}	6 ^{+0.2}
De la 38 la 44	12	12	8	2.1 ^{+0.2}	6 ^{+0.2}
De la 44 la 50	14	14	9	2.6 ^{+0.2}	6.5 ^{+0.2}

Anexa 16. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar f

Diametrul [mm]	IT3 [μm]	IT4 [μm]	IT5 [μm]	IT6 [μm]	IT7 [μm]	IT8 [μm]	IT9 [μm]	IT10 [μm]
0-3	-6/-8	-6/-9	-6/-10	-6/-12	-6/-16	-6/-20	-6/-31	-6/-46
3-6	-10/-12.5	-10/-14	-10/-15	-10/-18	-10/-22	-10/-28	-10/-40	-10/-58
6-10	-13/-15.5	-13/-17	-13/-19	-13/-22	-13/-28	-13/-35	-13/-49	-13/-71
10-18	-16/-19	-16/-21	-16/-24	-16/-27	-16/-34	-16/-43	-16/-59	-16/-86
18-30	-20/-24	-20/-26	-20/-29	-20/-33	-20/-41	-20/-53	-20/-72	-20/-104
30-50	-25/-29	-25/-32	-25/-36	-25/-41	-25/-50	-25/-64	-25/-87	-25/-125
50-80	-	-30/-38	-30/-43	-30/-49	-30/-60	-30/-76	-30/-104	-
80-120	-	-36/-46	-36/-51	-36/-58	-36/-71	-36/-90	-36/-123	-
120-180	-	-43/-55	-43/-61	-43/-68	-43/-83	-43/-106	-43/-143	-
180-250	-	-50/-64	-50/-70	-50/-79	-50/-96	-50/-122	-50/-165	-
250-315	-	-56/-72	-56/-79	-56/-88	-56/-108	-56/-137	-56/-185	-
315-400	-	-62/-80	-60/-87	-62/-98	-62/-119	-62/-151	-62/-202	-
400-500	-	-68/-88	-68/-95	-68/-108	-68/-131	-68/-165	-68/-223	-
500-630	-	-	-	-76/-120	-76/-146	-76/-186	-76/-251	-

630-800	-	-	-	-80/-130	-80/-160	-80/-205	-80/-280	-
800-1000	-	-	-	-86/-142	-86/-176	-86/-226	-86/-316	-
1000-1250	-	-	-	-98/-164	-98/-203	-98/-263	-98/-358	-
1250-1600	-	-	-	-110/-188	-110/-235	-110/-305	-110/-420	-
1600-2000	-	-	-	-120/-212	-120/-270	-120/-350	-120/-490	-
2000-2500	-	-	-	-130/-240	-130/-305	-130/-410	-130/-570	-
2500-3150	-	-	-	-145/-280	-145/-355	-145/-475	-145/-685	-

Anexa 17. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar g

Diam.etrul [mm]	IT3 [μm]	IT4 [μm]	IT5 [μm]	IT6 [μm]	IT7 [μm]	IT8 [μm]	IT9 [μm]	IT10 [μm]
0-3	-2/-4	-2/-5	-2/-6	-2/-8	-2/-12	-2/-16	-2/-27	-2/-42
3-6	-4/-6.5	-4/-8	-4/-9	-4/-12	-4/-16	-4/-22	-4/-34	-4/-52
6-10	-5/-7.5	-5/-9	-5/-11	-5/-14	-5/-20	-5/-27	-5/-41	-5/-63
10-18	-6/-9	-6/-11	-6/-14	-6/-17	-6/-24	-6/-33	-6/-49	-6/76
18-30	-7/-11	-7/-13	-7/-16	-7/-20	-7/-28	-7/-40	-7/-59	-7/-91
30-50	-9/-13	-9/-16	-9/-20	-9/-25	-9/-34	-9/-48	-9/-71	-9/-109
50-80	-	-10/-18	-10/-23	-10/-29	-10/-40	-10/-56	-	-
80-120	-	-12/-22	-12/-27	-12/-34	-12/47	-12/-66	-	-
120-180	-	-14/-26	-14/-32	-14/-39	-14/-54	-14/-77	-	-
180-250	-	-15/-29	-15/-35	-15/-44	-15/-61	-15/-87	-	-
250-315	-	-17/-33	-17/-40	-17/-49	-17/-69	-17/-98	-	-
315-400	-	-18/-36	-18/-43	-18/54	-18/-75	-18/-107	-	-
400-500	-	-20/-40	-20/-47	-20/-60	-20/-83	-20/-117	-	-
500-630	-	-	-	-22/-66	-22/-92	-22/-132	-	-

630-800	-	-	-	-24/-74	-24/-104	-24/-149	-	-
800-1000	-	-	-	-26/-82	-26/-116	-26/-166	-	-
1000-1250	-	-	-	-28/-94	-28/-133	-28/-193	-	-
1250-1600	-	-	-	-30/-108	-30/-155	-30/-225	-	-
1600-2000	-	-	-	-32/-124	-32/-182	-32/-262	-	-
2000-2500	-	-	-	-34/-144	-34/-209	-34/-314	-	-
2500-3150	-	-	-	-38/-173	-38/-248	-38/-368	-	-

Anexa 18. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar h

Diametrul [mm]	IT 1 [μm]	IT 2 [μm]	IT 3 [μm]	IT 4 [μm]	IT 5 [μm]	IT 6 [μm]	IT 7 [μm]	IT 8 [μm]	IT 9 [μm]	IT 10 [μm]	IT 11 [μm]	IT 12 [μm]	IT 13 [μm]	IT 14 [μm]	IT 15 [μm]
0-3	0/-0.8	0/-1.2	0/-2	0/-3	0/-4	0/-6	0/-10	0/-14	0/-25	0/-40	0/-60	0/-100	0/-250	0/-400	0/-400
3-6	0/-1	0/-1.5	0/-2.5	0/-4	0/-5	0/-8	0/-12	0/-18	0/-30	0/-48	0/-75	0/-120	0/-180	0/-300	0/-480
6-10	0/-1	0/-1.5	0/-2.5	0/-4	0/-6	0/-9	0/-15	0/-22	0/-36	0/-58	0/-90	0/-150	0/-220	0/-350	0/-580
10-18	0/-1.2	0/-2	0/-3	0/-5	0/-8	0/-11	0/-18	0/-27	0/-43	0/-70	0/-110	0/-180	0/-270	0/-430	0/-700
18-30	0/-1.5	0/-2.5	0/-4	0/-6	0/-9	0/-13	0/-21	0/-33	0/-52	0/-84	0/-130	0/-210	0/-330	0/-520	0/-840
30-50	0/-1.5	0/-2.5	0/-4	0/-7	0/-11	0/-16	0/-25	0/-39	0/-62	0/-100	0/-160	0/-250	0/-390	0/-620	0/-1000
50-80	0/-2	0/-3	0/-5	0/-8	0/-13	0/-19	0/-30	0/-46	0/-74	0/-120	0/-190	0/-300	0/-460	0/-740	0/-1200
80-120	0/-2.5	0/-4	0/-6	0/-10	0/-15	0/-22	0/-35	0/-54	0/-87	0/-140	0/-220	0/-350	0/-540	0/-870	0/-1400
120-180	0/-3.5	0/-5	0/-8	0/-12	0/-18	0/-25	0/-40	0/-63	0/-100	0/-160	0/-250	0/-400	0/-630	0/-1000	0/-1600
180-250	0/-4.5	0/-7	0/-10	0/-14	0/-20	0/-29	0/-46	0/-72	0/-115	0/-185	0/-290	0/-460	0/-720	0/-1150	0/-1850
250-315	0/-6	0/-8	0/-12	0/-16	0/-23	0/-32	0/-52	0/-81	0/-130	0/-210	0/-320	0/-520	0/-810	0/-1300	0/-2100
315-400	0/-7	0/-9	0/-13	0/-18	0/-25	0/-36	0/-57	0/-89	0/-140	0/-230	0/-360	0/-570	0/-890	0/-1400	0/-2300
400-500	0/-8	0/-10	0/-15	0/-20	0/-27	0/-40	0/-63	0/-97	0/-155	0/-250	0/-400	0/-630	0/-970	0/-1550	0/-2500
500-630	0/-9	0/-11	0/-16	0/-22	0/-32	0/-44	0/-70	0/-110	0/-175	0/-280	0/-440	0/-700	0/-1100	0/-1750	0/-2800
630-800	0/-10	0/-13	0/-18	0/-25	0/-36	0/-50	0/-80	0/-125	0/-200	0/-320	0/-500	0/-800	0/-1250	0/-2000	0/-3200

800-1000	0/-11	0/-15	0/-21	0/-28	0/-40	0/-56	0/-90	0/-140	0/-230	0/-360	0/-560	0/-900	0/-1400	0/-2300	0/-3600
1000-1250	0/-13	0/-18	0/-24	0/-33	0/-47	0/-66	0/-105	0/-165	0/-260	0/-420	0/-660	0/-1050	0/-1650	0/-2600	0/-4200
1250-1600	0/-15	0/-21	0/-29	0/-39	0/-55	0/-78	0/-125	0/-195	0/-310	0/-500	0/-780	0/-1250	0/-1950	0/-3100	0/-5000
1600-2000	0/-18	0/-25	0/-35	0/-46	0/-65	0/-92	0/-150	0/-230	0/-370	0/-600	0/-920	0/-1500	0/-2300	0/-3700	0/-6000
2000-2500	0/-22	0/-30	0/-41	0/-55	0/-78	0/-110	0/-175	0/-280	0/-440	0/-700	0/-1100	0/-1750	0/-2800	0/-4400	0/-7000
2500-3150	0/-26	0/-36	0/-50	0/-68	0/-96	0/-135	0/-210	0/-330	0/-540	0/-860	0/-1350	0/-2100	0/-3300	0/-5400	0/-8600

Anexa 19. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar k

Diametrul [mm]	IT 3 [μm]	IT 4 [μm]	IT 5 [μm]	IT 6 [μm]	IT 7 [μm]	IT 8 [μm]	IT 9 [μm]	IT 10 [μm]	IT 11 [μm]	IT 12 [μm]	IT 13 [μm]
0-3	2/0	3/0	4/0	6/0	10/0	14/0	25/0	40/0	60/0	100/0	140/0
3-6	2.5/0	5/1	6/1	9/1	13/1	18/1	30/0	48/0	75/0	120/0	180/0
6-10	2.5/0	5/1	7/1	10/1	16/1	22/0	36/0	58/0	90/0	150/0	220/0
10-18	3/0	6/1	9/1	12/1	19/1	27/0	43/0	70/0	110/0	180/0	270/0
18-30	4/0	8/2	11/2	15/2	23/2	33/0	52/0	84/0	130/0	210/0	330/0
30-50	4/0	9/2	13/2	18/2	27/2	39/0	62/0	100/0	160/0	250/0	390/0
50-80	-	10/2	15/2	21/2	32/2	46/0	74/0	120/0	190/0	300/0	460/0
80-120	-	13/3	18/3	25/3	38/2	54/0	87/0	140/0	220/0	350/0	540/0
120-180	-	15/3	21/3	28/3	43/3	63/0	100/0	160/0	250/0	400/0	630/0
180-250	-	18/4	24/4	33/4	50/4	72/0	115/0	185/0	290/0	450/0	720/0
250-315	-	20/4	27/4	36/4	56/4	81/0	130/0	210/0	320/0	520/0	810/0
315-400	-	22/4	29/4	40/4	61/4	89/0	140/0	230/0	360/0	570/0	890/0
400-500	-	25/5	32/5	45/5	68/5	97/0	155/0	250/0	400/0	630/0	970/0
500-630	-	-	-	44/0	70/0	110/0	175/0	280/0	440/0	700/0	1100/0

630-800	-	-	-	50/0	80/0	125/0	200/0	320/0	500/0	800/0	1250/0
800-1000	-	-	-	56/0	90/0	140/0	230/0	360/0	560/0	900/0	1400/0
1000-1250	-	-	-	66/0	105/0	165/0	260/0	420/0	660/0	1050/0	1650/0
1250-1600	-	-	-	78/0	125/0	195/0	310/0	500/0	780/0	1250/0	1950/0
1600-2000	-	-	-	92/0	150/0	230/0	370/0	600/0	920/0	1500/0	2300/0
2000-2500	-	-	-	110/0	175/0	280/0	440/0	700/0	1100/0	1750/0	2800/0
2500-3150	-	-	-	135/0	210/0	330/0	540/0	860/0	1350/0	2100/0	3300/0

Anexa 20. Tabelul cu toleranțe ISO arbore unitar m

Diametrul [mm]	IT 3 [μm]	IT 4 [μm]	IT 5 [μm]	IT 6 [μm]	IT 7 [μm]	IT 8 [μm]	IT 9 [μm]
0-3	4/2	5/2	6/2	8/2	12/2	16/2	27/2
3-6	6.5/4	8/4	9/4	12/4	16/4	22/4	34/4
6-10	8.5/6	10/6	12/6	15/6	21/6	28/6	42/6
10-18	10/7	12/7	15/7	18/7	25/7	34/7	50/7
18-30	12/8	14/8	17/8	21/8	29/8	41/8	60/8
30-50	13/9	16/9	20/9	25/9	34/9	48/9	71/9
50-80	-	19/11	24/11	30/11	41/11	-	-
80-120	-	23/13	28/13	35/13	48/13	-	-
120-180	-	27/15	33/15	40/15	55/15	-	-
180-250	-	31/17	37/17	46/17	63/17	-	-
250-315	-	36/20	43/20	52/20	72/20	-	-
315-400	-	39/21	46/21	57/21	78/21	-	-
400-500	-	43/23	50/23	63/23	86/23	-	-
500-630	-	-	-	70/26	96/26	-	-
630-800	-	-	-	80/30	110/30	-	-
800-1000	-	-	-	90/34	124/34	-	-

1000-1250	-	-	-	106/40	145/40	-	-
1250-1600	-	-	-	126/48	173/48	-	-
1600-2000	-	-	-	150/58	208/58	-	-
2000-2500	-	-	-	178/68	243/68	-	-
2500-3150	-	-	-	211/76	286/76	-	-

Anexa 21. Relații de calcul al adaosului de prelucrare intermediar minim

Felul prelucrării	Relația de calcul [16]
Prelucrarea suprafețelor exterioare sau interioare de revoluție	$2A_{pc \min} = 2(R_{zp} + S_p) + 2\sqrt{\rho_p^2 + \varepsilon_c^2}$
Prelucrarea simultană a suprafețelor plane opuse	$2A_{pc \min} = 2(R_{zp} + S_p + \rho_p + \varepsilon_c)$
Prelucrarea succesivă a suprafețelor plane opuse sau adaos pe o singură față plană	$A_{pc \min} = R_{zp} + S_p + \rho_p + \varepsilon_c$
Strunjirea suprafețelor cilindrice între vârfuri; rectificarea fără centre	$2A_{pc \min} = 2(R_{zp} + S_p) + 2 \cdot \rho_p$
Alezarea cu alezor fixat articulată; Broșarea găurilor	$2A_{pc \min} = 2(R_{zp} + S_p)$
Lepuirea plană unilaterală	$A_{pc \min} = (1.2 \dots 1.5)(R_{zp} + 0.25 \cdot T_p)$
Lepuirea suprafețelor de revoluție; Lepuirea plan-paralelă	$2A_{pc \min} = (1.2 \dots 1.5)(2R_{zp} + 0.5 \cdot T_p)$
Supranetezire, lustruire (adaos simetric)	$2A_{pc \min} = 2 \cdot R_{zp} + 0.5 \cdot T_c$
Prelucrarea – pentru suprafața curată – a unei suprafețe brute	$A_{pc \min} = R_{zp} + S_p + 0.25 \cdot T_p$
Rectificarea după tratament termic sau termochimic:	$A_{pc \min} = R_{zp} + \rho_p + \varepsilon_c$
a) Dacă există eroare de instalare	$2A_{pc \min} = 2 \cdot R_{zp} + 2\sqrt{\rho_p^2 + \varepsilon_c^2}$

b) Dacă nu există eroare de instalare	$2A_{pc\ min} = 2 \cdot (R_{zp} + \rho_p)$
*) p – prelucrarea precedentă, c – prelucrarea curentă	

Anexa 22. Relații de calcul pentru dimensiunile intermediare la metoda obținerii individuale a dimensiunilor

Felul suprafețelor	Formula de calcul [16]
Suprafețe exterioare cu adaos asimetric	$A_{pc\ nom} = A_{pc\ min} + T_p$ $L_p\ max = L_c\ max + A_{pc\ nom}$ $L_p\ nom = L_p\ max\ (rotunjit)$ $L_p\ min = L_p\ max\ rot - T_p$
Suprafețe exterioare cu adaos simetric	$2A_{pc\ nom} = 2A_{pc\ min} + T_p$ $d_p\ max = d_c\ max + 2A_{pc\ nom}$ $d_p\ nom = d_p\ max\ (rotunjit)$ $d_p\ min = d_p\ max\ rot - T_p$
Suprafețe interioare cu adaos asimetric	$A_{pc\ nom} = A_{pc\ min} + T_p$ $L_p\ min = L_c\ min - A_{pc\ nom}$ $L_p\ nom = L_p\ min\ (rotunjit)$ $L_p\ max = L_p\ min\ rot + T_p$
Suprafețe interioare cu adaos simetric	$2A_{pc\ nom} = 2A_{pc\ min} + T_p$ $d_p\ min = d_c\ min - 2A_{pc\ nom}$ $d_p\ nom = d_p\ min\ (rotunjit)$ $d_p\ max = d_p\ min\ rot + T_p$

Anexa 23. Relații de calcul pentru dimensiunile intermediare la metoda obținerii automate a dimensiunilor

Felul suprafețelor	Formula de calcul [16]
Suprafețe exterioare cu adaos asimetric	$L_p \max = L_c \min + A_{pc} \min + T_p$ <p>Se rotunjește dimensiunea maximă la valoarea</p> $L_p \max \text{rot}$ $L_p \min = L_p \max \text{rot} - T_p$
Suprafețe exterioare cu adaos simetric	$d_p \max = d_c \min + 2A_{pc} \min + T_p$ <p>Se rotunjește dimensiunea maximă la valoarea</p> $d_p \max \text{rot}$ $d_p \min = d_p \max \text{rot} - T_p$
Suprafețe interioare cu adaos asimetric	$L_p \min = L_c \max - A_{pc} \min - T_p$ <p>Se rotunjește dimensiunea minimă la valoarea</p> $L_p \min \text{rot}$ $L_p \max = L_p \min \text{rot} + T_p$
Suprafețe interioare cu adaos simetric	$d_p \min = d_c \max - 2A_{pc} \min - T_p$ <p>Se rotunjește dimensiunea minimă la valoarea</p> $d_p \min \text{rot}$ $d_p \max = d_p \min \text{rot} + T_p$

Anexa 24. Parametrii de precizie și calitate a suprafeței la debitare

Procedeeul de debitare [16]	Treapta de precizie la lungime	R_z+S [μm]	Neperpendicularitatea capătului barei față de axă ρ [mm]
Pe foarfeci după opritor	17	300	Vezi observațiile de sub tabel
Pe fierăstrău circular, fierăstrău alternativ, cu freză-fierăstrău pe mașini de frezat	14...16	200	$0.01 \cdot D_{STAS}$
Cu cuțit de retezat pe strunguri	12...14	200	$0.045 \cdot D_{STAS}$
Prin forfecare pe preze	17	$R_z=150...300$ $S=1000...1600$	Vezi observațiile de sub tabel

Observații: la debitarea pe foarfeci și pe prese rezultă o suprafață de debitare înclinată până la 3^0 față de direcția perpendiculară pe axă, precum și o zonă neregulată (adâncitură) care poate ajunge până la $0.02 \cdot D_{STAS}$. Mărimea înclinării zonei neregulate trebuie luate în considerare la calculul adaosului de prelucrare la capetele semifabricatului debitat. Toleranțele corespunzătoare treptelor de precizie indicate sunt date în Anexa 2, abaterile limită la lungimea de debitare fiind simetrice (\pm).

Anexa 25. Erorile de instalare a semifabricatelor cu dimensiuni de până la 60 mm fixate în menghine

Tipul menghinei [16]	Metoda de așezare	Deplasarea semifabricatului [μm]
Menghini cu șurub	Pe placă de adaos în stare liberă	100...200
	Pe placă de adaos cu baterea semifabricatului la fixare	50...80
Menghine cu excentric	Pe placă de adaos	40...100
	Fără placă de adaos	30...50

Anexa 26. Valorile coeficienților C₄ și C₅

Tipul cuțitului	Materialul plăcuței	Duritatea materialului de prelucrat HB	Materialul de prelucrat [16]			
			Oțel, oțel aliat, aluminiu și aliaje de aluminiu		Fontă și aliaje de cupru	
			C ₄	C ₅	C ₄	C ₅
Cuțit normal	Oțel rapid și carburi metalice	≤ 170	279	0.027	63.5	1.3
		> 170	35.7	0.027	51.4	0.45
Cuțit pentru canelare și retezare	Oțel rapid și carburi metalice	≤ 170	344.2	0.031	88.2	1.2
		> 170	44.2	0.031	88.2	1.2

Anexa 27. Valorile exponenților x_1, x_2, y_1, y_2

Tipul cuțitelor	Materialul de prelucrat							
	Oțel, oțel aliat, aliaje de magneziu, aluminiu [16]				Fonte și aliaje de cupru [16]			
	x_1	y_1	x_2	y_2	x_1	y_1	x_2	y_2
Cuțit normal	1	0.75	0.9	0.75	1	0.75	0.9	0.75
Cuțit pentru canelare și retezare	1	1	1.2	1.75	1	1	1.2	0.75

Anexa 28. Valorile exponenților n_1 și n_2

Tipul sculei așchietoare	Tipul materialului de prelucrat [16]	Duritatea materialului de prelucrat	n_1	n_2
Toate tipurile de cuțite	Oțel carbon obișnuit, oțel carbon de calitate, oțeluri aliate	$HB \leq 170$	0.35	2.1
		$HB > 170$	0.35	2
	Fontă	Toată gama de durități	0.55	1.3

Anexa 29. Valorile coeficientului C_{SR} și ale componentelor e_5 și e_6

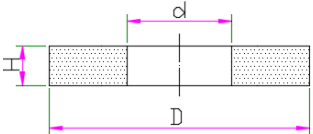
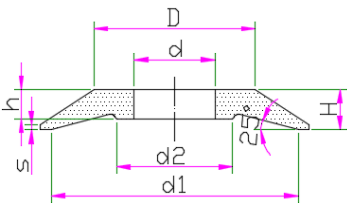
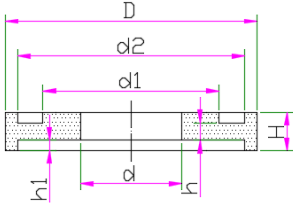
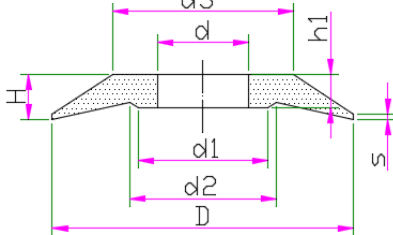
Unghiul de atac principal KAPR (unghiul de atac secundar) [16]	C_{SR}	e_5	e_6
45° (45°)	0.0909	0.487	0.528
70° (20°)	0.0899	0.509	0.463
90° (5°)	0.0893	0.597	0.297

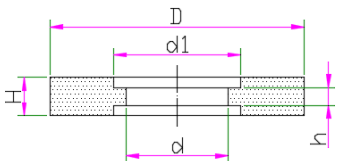
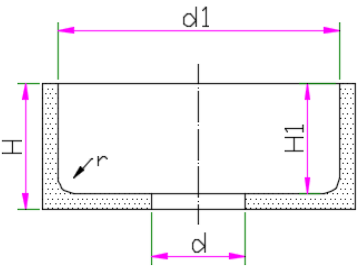
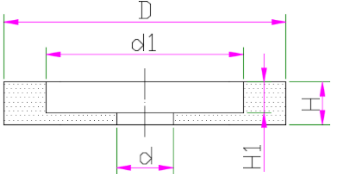
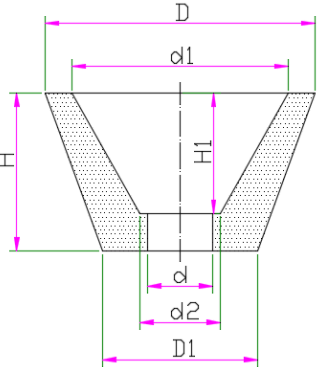
J6		5	5	6	8	10	13	16	18	22	25	29
		-3	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7
J7		6	8	10	12	14	18	22	26	30	36	39
		-6	-7	-8	-9	-11	-12	-13	-14	-16	-16	-18
J8		10	12	15	20	24	28	34	41	47	55	60
		-8	-10	-12	-13	-15	-18	-20	-22	-25	-26	-29
JS6		4	4.5	5.5	6.5	8	9.5	11	12.5	14.5	16	18
		-4	-4.5	-5.5	-6.5	-8	-9.5	-11	-12.5	-14.5	-16	-18
JS7		6	7.5	9	10.5	12.5	15	17.5	20	23	26	28.5
		-6	-7.5	-9	-10.5	-12.5	-15	-17.5	-20	-23	-26	-28.5

Anexa 31. Standardele referitoare la corpurile abrazive

Tipul corpului abraziv [17]	STAS-uri
Corpuri abrazive cilindrice plane	601/1 - 84
Corpuri abrazive cilindrice cu scobituri	601/2 - 84
Corpuri abrazive cilindrice cu degajare	601/3 - 94
Corpuri abrazive pentru ascuțirea sculelor	603-87
Corpuri abrazive taler	604-89
Corpuri abrazive oală	605-87
Corpuri abrazive segmenti	3639-96
Corpuri abrazive bitronconice	3818-94
Corpuri abrazive cilindrice plate pentru debitare	12374-94; 12375-94
Corpuri abrazive pentru rectificat filete	12657-88
Pile manuale	7284-86
Benzi fără sfârșit	SR 9795:4-98
Foi și coli	SR 9795:1-98

Anexa 32. Dimensiunile nominale ale corpurilor abrazive

Denumirea corpului abraziv STAS [17]	Schița	Dimensiuni nominale, mm	Denumirea corpului abraziv STAS	Schița	Dimensiuni nominale, mm
Cilindric plan 601/1-84		$D \times H \times d = 8 \times 10 \times 4,$ $10 \times 20 \times 4, 16 \times 16 \times 6,$ $20 \times 25 \times 6, 25 \times 32 \times 10$ $32 \times 40 \times 10, 40 \times 32 \times 16,$ $50 \times 25 \times 16, 63 \times 40 \times 20,$ $80 \times 25 \times 20, 100 \times 50 \times 20,$ $150 \times 32 \times 20, 200 \times 32 \times 20$ $250 \times 40 \times 32, 300 \times 40 \times 32$ $300 \times 40 \times 75, 400 \times 50 \times 50,$ $500 \times 50 \times 50$	Taler tip I 604-89		$D \times H \times d = 75 \times 8 \times 13,$ $80 \times 8 \times 13, 90 \times 8 \times 13,$ $100 \times 12 \times 20,$ $125 \times 14 \times 20$ $150 \times 12 \times 20,$ $125 \times 14 \times 20$ $150 \times 15 \times 20,$ $175 \times 18 \times 20$ $200 \times 19 \times 20,$ $250 \times 21 \times 32$
Cilindric cuscobituri tip I 601/2-84		$D \times H \times d = 100 \times 10 \times 20$ $150 \times 16 \times 20$ $200 \times 25 \times 32$	Taler tip II 604-89		$D \times H \times d = 220 \times 17 \times 40$ $240 \times 20 \times 40,$ $280 \times 25 \times 40$ $340 \times 36.5 \times 55$ $500 \times 32 \times 203.5$

<p>Cilindric cuscobituri tip II 601/2-84</p>		<p>DxHxd =300x40(125)x127 400x160x203.2 600(750)x63(80)x304.8</p>	<p>Oală tip I 605-87</p>		<p>DxHxd =50x32x13, 80x40x20, 100x50x20 125x63x20 150x80x20 200x80x25 250x100x152.4 300x125x152.4</p>
<p>Cilindric cu degajare SR 601- 3:94</p>		<p>DxHxd =20x20x6, 25x25x6, 32x32x10, 40x40x20 63x63x20, 80x40x32 100x50x20, 125x63x40 150x80x50.8, 200x40x40 250x40x76.2, 300x40x40 350x80x152.4 500x80x127</p>	<p>Oală tip II 605-87</p>		<p>DxHxd =100x32x20, 125x40x20, 150x50x20 250x140x76.2 350x125x76.2</p>

Anexa 33. Adâncimea de aşchiere, avansul longitudinal şi transversal la rectificarea cilindrică exterioară

Caracterul prelucrării [17]			Adâncimea de aşchiere (f_t avansul transversal) [mm/rot]	Avansul longitudinal f_l [mm/cursă]
Rectificarea cu avans longitudinal	Avansul transversal la fiecare cursă a mesei	Degroşare	0.01 – 0.025	(0.3 – 0.7) B
		Finisare	0.005 – 0.01	(0.2 – 0.4) B
	Avansul transversal la o cursa dublă a mesei	Degroşare	0.015 – 0.05	(0.3 – 0.7) B
		Finisare	0.005 – 0.01	(0.2 – 0.4) B
Rectificarea prin pătrundere	Degroşare, mm/rot		0.0025 – 0.075	-
	Finisare mm/rot		0.001 – 0.005	-
Observație: <i>B</i> reprezintă lăţimea discului abraziv				

Anexa 34. Durabilitățile medii ale discurilor abrazive la rectificarea cilindrică exterioară între vârfuri cu discuri din electrocorindon nobil

A. Rectificarea de degroșare a suprafețelor cilindrice [17]						
Lățimea discului B, mm	Diametrul discului de rectificat D, mm					
	350	400	500	600	750	900
	Durabilitatea economică T_{ec} , min					
< 40	5	5	6	7	8	11
40 - 60	6	7	8	10	12	15
> 60	-	-	-	12	15	20
B. Rectificarea de finisare a suprafețelor cilindrice fără racordare [17]						
Clasa de precizie ISO			5	6 - 7	8	
Durabilitatea economică T_{ec} , min			40	33	25	
C. Rectificarea de finisare a suprafețelor cilindrice cu racordare [17]						
Raza de racordare R, mm	Cu suprafața cilindrică a discului			Cu suprafața frontală a discului		
	Clasa de precizie ISO					
	5	4 - 6	8	5	4 - 6	8
Durabilitatea economică T_{ec} , min						
< 0.5	15	10	6	5	4	3
0.5 - 1	20	14	10	8	6	5

1 - 2	25	20	15	10	8	6
2 - 3	30	25	20	12	10	8
> 3	40	33	25	15	12	10
D. Rectificarea suprafețelor frontale						
Toleranța la lungime Δl , mm				0.03	0.05	0.08
Durabilitatea suprafeței frontale a discului T_{ec} , min				10	7	5
Observație: În cazul rectificării cu discuri din electrocorindon nobil (alb) durabilitatea se mărește cu 60%						

Anexa 35. Alegerea discurilor abrazive în funcție de metoda de prelucrare și de natura materialului de prelucrat

Materialul de prelucrat	Rectificare cilindrică exterioară [17]								Rectificare cilindrică interioară [17]			
	Între vârfuri				Fără vârfuri							
	Materialul abraziv	Granulație	Duritate	Liant	Materialul abraziv	Granulație	Duritate	Liant	Materialul abraziv	Granulație	Duritate	Liant
Oțel necălit	E	50-40	L-M	C	E	40-25	L-M	C	E	50-40	K	C
Oțel călit	E, En	50-40	I-K	C, B	E	25-16	K-L	B, V	E, En	40-25	J-K	C-B
Oțel aliat necălit	E	50-40	J-K	C, B	E	40-25	L	C	E	40-25	L-K	C-B
Oțel aliat călit	En	40-25	I-K	C, B	En	25-16	K-L	C	En	40-25	J-K	C
	E	50-40	-	-	E	40-16	K	-	E	-	-	B
Fontă	Cn	50-40	J-K	C	Cn	40-25	D	C	Cn	50-40	J-K	C
	-	-	-	C	Cn	-	-	-	-	-	-	-
Aluminiul și aliajele lui	Cn	50-40	I-K	C	Cn	50-40	K	C	Cn	50-40	L	C

Cupru și bronz moale	Cn	50-40	J-K	C	E	50-40	M-N	C	Cn	50-40	L	C
Bronz dur	E	50-40	L	C	Cv	40-25	K	C	E	40-25	L	C
Aliaje dure	Cv	40-25	K	C	C	40-25	L	C	Cv	25-16	L	C

Anexa 36. Caracteristici tehnice ale unor mașini de rectificat interior și exterior

	Caracteristicile tehnice [17]								Număr de rotații pe minut, rot/min			Viteza de înaintare a mesei m/min
	Distanța între vârfuri, mm	Înălțime vârfuri, mm	Înclinația mesei	Diametrul pietrei exterior, mm	Lățimea pietrei, mm	Putere motor, kW			Piatră exterior	Piatră interior	Piesă	
						Piesă	Piatră exterior	Piatră interior				
W. M. W	700	125	0-10 ⁰	400	40	0.5	3.2	0.8	1450	11000	50...100 200...400	0...7
			0-8 ⁰									
			0-10 ⁰									
	500	125	0-10 ⁰	400 300	60 50	0.5	3.2 2.0	0.8	1900 11000			
450	85	0-9 ⁰	300	40	0.9	3.2 2.2	1.5 0.8	2040 2555	11000	62.5...125 250...500	0...7	
1500	156	0-9 ⁰	500	100	0.8	5.5	0.8	1900	11000	35, 50, 68, 100 120, 137, 172 237, 345, 175	0.1...5	
Fortuna	500	125	0-6 ⁰	350	40	0.8	1.5	0.5	1900	11000	-	0...10
Naxos	700	125	0-8 ⁰	400	60	0.8	3.5	0.6	2400	11000	-	0...11

Tos	500	125	0-7 ⁰	250	30	0.8	2.0	1.0	2800	12000	38, 64, 95 155, 2500, 380	0...7
Chineză	800	150	40-30	450	50	0.8	4.0	1.5	1200	12000	35, 70, 140, 280	0...4

Anexa 37. Caracteristici principale ale mașinilor de rectificat exterior

Tipul mașinii [17]	Diametrul corpului abraziv, mm		Lungimea maximă de rectificat mm	Conul mașinii	Dimensiunea discului de rectificat, mm		Puterea motorului de antrenare, kW		Deplasarea rapidă, m/min	Turațiile axului port piesă, rot/min	Avans longitudinal m/min	Avans transversal m/min	Rotirea port piesă	Rotire piesă	Rotirea discului abraziv
	minim	maxim			D	B	Disc abraziv	Piesă					Grade		
WMW SRA 240x800	15	240	800	Morse 3	400	80	2.2	0.5	50	50, 100 200, 400	2...6	manual	-	7 ⁰	-
WMW SA 200x800	5	200	800	Morse 4	400	40	5.2	0.8	-	60...400	0...6	manual	-	7 ⁰	-
SA 300x1500	10	300	150	Morse 4	500	80	5.5	0.5	-	35...475	0.01...6	manual	-	6.5 ⁰	-
SBZ 180x700	-	180	700	Morse 4	300	40	2.8	0.52	-	45...450	-	manual	-	0.2 ⁰	-
WMW SRU	5	240	800	Morse 4	300	50	2.0	1.0	-	50, 100, 200, 400	0.5...7	manual	-	7 ⁰	-

240x800																
582	6	180	500	Morse 4	350	40	4.5	3	-	230, 420 470	0.3...30	manual	-	-	-	
HSZ 3151	-	200	750	Morse 4	600	100	5.2	1	50	75, 150 300	0...10	Hidraulic manual	-	6 ⁰	-	
CEZ 312M	-	200	500	Morse 3	300	50	-	-	50	150, 250, 300, 400, 500, 800	0...10	0.01...0.1	90 ⁰	70 ⁰	360 ⁰	
SU 200x630	-	200	630	Morse 4	400	60	-	0.8	-	10...144 50...500	0...8	0...6	90 ⁰	8 ⁰	18 ⁰	
WMW SU 125	-	125	250	Morse 3	300	30	-	0.55	6	200...1000	0...6	0...7	90 ⁰	15 ⁰	30 ⁰	
LSZ 3 A 130	-	150	700	Morse 4	400	60	4.5	0.76	0...50	100, 200, 300, 400, 500	5	0.002...0.005	90 ⁰	11 ⁰	30 ⁰	
M 120	8	120	710	Morse 4	-	-	1.0	0.6	-	40, 72, 126, 226	-	-	-	-	-	
3 B 151	-	180	630	Morse 4	600	63	7	0.76	-	63, 84, 100, 133, 266, 400, 445, 534, 600	-	-	-	-	-	
SJV 1000	-	-	-	-	1000	-	7	0.8	-	12, 24, 36, 48, 96, 144, 192	-	-	-	-	-	

M 131 W	8	315	710	Morse 4	-	-	1.0	0.125	-	35, 70, 140, 280	-	-	-	-	-
SA 1633	5	240	800	Morse 4	400	75	3.2	0.1	-	50, 100, 200, 400	-	-	-	7 ⁰	-
SA 500	15	500	2000	Morse 5	750	100	3.0	0.1	-	85, 12, 17, 24, 34, 48, 68, 95, 135	-	-	-	5 ⁰	-
MS 29	11	37	400	-	500	16	-	-	-	105, 152, 210	-	manual	-	45 ⁰	-

Anexa 38. Adaosuri de prelucrare la rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare

Diametrul nominal al piesei finite d , mm [17]	Lungimea convențională a suprafeței rectificate, mm											Abateri limită la diametrul piesei pt. prelucrarea înainte de rectificare (h10)	Rugozitatea suprafeței R_a , μm
	Până la	De la 30 la 50	De la 50 la 80	De la 80 la 120	De la 120 la 180	De la 180 la 250	De la 250 la 400	De la 400 la 630	De la 630 la 1000	De la 1000 la 1600	De la 1600 la 2500		
	Adaosul de prelucrare 2a pe diametru, mm												
De la 1 la 3 3...6 6...10 10...18	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.06	6.3
	0.25	0.25	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.08	
	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	-	-	-	-	-	-	-0.10	
	0.3	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	0.4			-0.12	
18...30 30...50 50...80 80...120 120...180 180...260 260...310 310...360	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	0.4	0.5	0.5		-0.14	12.5
	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	-0.17	
	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	-0.2	
	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	-0.23	
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	-0.26	
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	-0.3	
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	-0.34	
0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	-0.34		

Anexa 39. Avansul de pătrundere de degroșare prin metoda avansului longitudinal la rectificarea rotundă exterioară

1. Avansul de pătrundere la o cursă a corpului abraziv [17]							
Avansul de trecere (în fracțiuni din lățimea pietrei)	Viteza avansului principal v_f , m/min, până la:						
0.5	10...12.5	16	20	25	32	-	-
0.63	-	10...12.5	16	20	25	32	-
0.8	-	-	10...12.5	16	20	25	32
Diametrul de rectificat d_p , mm, până la:	Avansul de pătrundere f_p , mm/cursă						
16...25	0.022	0.017	0.014	0.011	0.009	0.007	0.005
40	0.025	0.020	0.015	0.012	0.010	0.008	0.006
63	0.030	0.024	0.020	0.015	0.012	0.010	0.007
100	0.034	0.027	0.021	0.017	0.013	0.010	0.008
160	0.040	0.032	0.025	0.020	0.016	0.012	0.010
250	0.045	0.036	0.029	0.023	0.018	0.014	0.011
400	0.054	0.042	0.034	0.026	0.021	0.016	0.013
2. Viteza de așchiere [17]							
Materialul de prelucrat				Viteza de așchiere v_c , m/sec			
Oțel				25...31.5			
Fontă				18...23.6			

Anexa 40. Regimuri de aşchiere la rectificarea rotundă exterioară

Viteza avansului principal v_f, mm/min, până la:	Avansul de trecere f, mm/rot, până la [17]:											
14...19	10	14	19	27	38	53	73	-	-	-	-	-
27	-	10	14	19	27	38	53	73	-	-	-	-
38	-	-	10	14	19	27	38	53	73	-	-	-
53	-	-	-	10	14	19	27	38	53	73	-	-
73	-	-	-	-	10	14	19	27	38	53	73	-
100	-	-	-	-	-	10	14	19	27	38	53	73
Avansul de pătrundere f_{pc}, mm/cursă	Puterea efectivă, Ne, kW [17]											
0.005	-	-	-	2.0	2.5	3.2	4.0	5.1	6.5	8.2	10.4	13
0.007	-	-	2.0	2.5	3.2	4.0	5.1	6.5	8.2	10.4	13	16.6
0.01	-	2.0	2.5	3.2	4.0	5.1	6.5	8.2	10.4	13	16.6	21.0
0.013	2.0	2.5	3.2	4.0	5.1	6.5	8.2	10.4	13	16.6	21.0	-
0.019	2.5	3.2	4.0	5.1	6.5	8.2	10.4	13	16.6	21.0	-	-

Anexa 41. Avansul de pătrundere pentru degroșare la rectificarea exterioară cu avans de pătrundere

d , mm	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
T , min	f_p , mm/rot [18]									
6	0.009	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.013	0.013	0.013
9	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010
15	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008
24	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006

Anexa 42. Coeficienții de corecție ai avansului de pătrundere la degroșare

Materialul de prelucrat	Diametrul discului abraziv D , mm			
	500	600	750	900
	Coeficientul de corecție			
Oțel inoxidabil și refractar	0.78	0.85	0.95	1.04
Oțel călit	0.87	0.95	1.06	1.16
Oțel necălit	0.91	1.00	1.12	1.23
Fontă	0.96	1.05	1.17	1.29

Anexa 43. Avansul de pătrundere pentru finisare la rectificarea exterioară cu avans de pătrundere

<i>B</i>, mm	32	40	50	63	80	100	125	160
<i>d</i>, mm	<i>f_p</i>, mm/rot [18]							
20	0.0050	0.0043	0.0038	0.0033	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020
25	0.0051	0.0044	0.0039	0.0033	0.0030	0.0025	0.0022	0.0020
32	0.0055	0.0048	0.0042	0.0036	0.0032	0.0028	0.0024	0.0021
40	0.0060	0.0051	0.0045	0.0039	0.0034	0.0030	0.0026	0.0023
50	0.0064	0.0056	0.0049	0.0042	0.0037	0.0032	0.0028	0.0025
63	0.0070	0.0060	0.0053	0.0046	0.0040	0.0035	0.0030	0.0026
80	0.0076	0.0067	0.0058	0.0050	0.0044	0.0038	0.0034	0.0030
100	0.0080	0.0070	0.0060	0.0053	0.0046	0.0040	0.0034	0.0030
125	0.0089	0.0077	0.0068	0.0058	0.0050	0.0045	0.0035	0.0032
160	0.0090	0.0078	0.0068	0.0058	0.0050	0.0045	0.0039	0.0035

Anexa 44. Coeficienții de corecție ai avansului de pătrundere la finisare

IT	Verificarea cu calibrul potcoavă						Verificarea fără calibrul potcoavă					
	conform ISO											
	Adaos de prelucrare $2A_p$ [mm], până la:											
	0.15	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00	0.15	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00
	Coeficientul de corecție											
5	0.40	0.50	0.63	0.80	1.00	1.25	0.30	0.37	0.47	0.59	0.74	0.92
6	0.50	0.63	0.80	1.00	1.25	1.60	0.42	0.53	0.67	0.84	1.05	1.35
7	0.63	0.80	1.00	1.25	1.60	2.00	0.54	0.69	0.86	1.07	1.37	1.72
8	0.80	1.00	1.25	1.60	2.00	2.5	0.72	0.90	1.12	1.44	1.80	2.25

Bibliografie

- [1] Mărășcu K.V., – **Suport de Curs – Știința materialelor**, Universitatea Transilvania Brașov;
- [2] Apelian D., "**Aluminium Cast Alloys: Enabling tools for improved performance**," NADCA, 2009;
- [3] Value Added Aluminum Manufacturing: Market Analysis for Investment Attraction, Daystar Marketing, December 2008;
- [4] Kasprzak, W., Sahoo, M., Sokolowski, J., Yamagata, H., Kurita, H., "**The effect in the melt temperature and the cooling rate on the microstructure of the Al-20%Si alloy used for monolithic engine blocks**" International Journal of metalcasting, 2009;
- [5] Shayganpour, A., "**Evaluation of signifiant factors in aluminum lost foam casting using doe approach**" Universiti Teknologi Malaysia, December 2010;
- [6] Boldor, C., - Teză de doctorat, "**Îmbunătățirea caracteristicilor aliajului AlSi9Cu3 turnat, prin degazare, filtrare și aplicare de tratamente termice**" Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2013
- [7]<http://www.italinox.ro/materiale/>
- [8] Cândea V., Popa C., Marcu T., **Atlas - Structuri Metalografice**, Editura UTPRESS, Cluj-Napoca, 2012
- [9] Cândea V., s.a., **Clasificarea și Simbolizarea Aliajelor Feroase și Neferoase**, Editura UTPRESS, Cluj-Napoca, 2010
- [10] Răduțiu V., Borzan M., **Elemente de Proiectare pentru Cuțitul de Strung**, Editura UTPRESS, Cluj-Napoca, 2014
- [11]<https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>

[12] Cărean, M., **Cercetări asupra durabilității sculelor așchietoare din aliaje dure acoperite cu TiC sau TiN prin CVD**, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 1996

[13] <http://www.ttonline.ro/sectiuni/scule/articole/12110-identificarea-si-abordarea-8-probleme-uzuale-privind-deteriorarea-placutelor>

[14] Julean D., Nedezki C., **Bazele generării suprafețelor. Îndrumător de lucrări**, Editura UTPRESS, Cluj-Napoca, 2008

[15] <http://www.scribub.com/tehnica-mecanica/Notiuni-de-baza-privind-preluc2051531013.php>

[16] Picoș C., Pruteanu O., ș.a, **Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin așchiere**, Vol. I, Ed. Universitas, Chișinău, 1992

[17] Vlase A., Sturzu A., Mihail A., Bercea I., **Regimuri de așchiere, Adaosuri de prelucrare și norme tehnice de timp 2**

[18] Picoș C., Pruteanu O., ș.a **Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin așchiere**, Vol. II, Ed. Universitas, Chișinău, 1992