

STUDIU PRIVIND OPTIMIZAREA OPERATIILOR DE STRUNJIRE PRIN SIMULARE CAM CU VISUALTURN

STEJEREANU Andrei-Cosmin

Conducători științifici: Sl. dr. ing **Madalin-Gabriel CATANA**, Conf. dr. ing. **Sergiu TONOIU**

REZUMAT: In aceasta lucrare se prezinta mai multe variante de optimizare a duratelor a doua operatii de strunjire a unei piese de tip arbore cu treptele dispuse bilateral cu ajutorul soft-ului VistualTURN, prin schimbarea traiectoriilor sculelor, a regimurilor de aschiere si a miscarilor de intrare si iesire din aschiere, precum si a numarului de treceri de prelucrare necesare. De asemenea, se prezinta pe scurt facilitatile oferite de softul VistualTURN pentru proiectarea, simularea, verificarea si optimizarea operatiilor de strunjire realizate pe strunguri CNC.

CUVINTE CHEIE: strunjire, tehnologie, simulare CAM, durata operatiei, optimizare

1 INTRODUCERE

Compania Mecsoft a fost infiintata in 1997 in Statele Unite ale Americii de catre o echipa de programatori de la Unigraphics Solutions (actual Siemens PLM) cu scopul de a pune la dispozitie pentru firmele producatoare, de softuri ieftine si puternice CNC. Softurile lor CAD/CAM sunt la preturi de aproximativ jumătate fata de restul varfurilor de pe piata si ofera cele mai bune performante. Softurile lor se afla in topuri in peste 50 de tari si sunt utilizate de companii de top in diverse industrii de performanta inalta: Apple, Suzuki, Intel, Nasa, etc. Softwareul pentru studiul de fata se numeste VisualTurn, versiunea folostia 1.0, un program special pentru simularea operatiilor de strunjire si cu operatii limitate de gaurire.

2 STADIUL ACTUAL

Tema principala a acestui studiu, precum si cuvantul cheie, o reprezinta optimizarea.

Procesele de aschiere reprezinta o pondere foarte mare din totalitatea proceselor de fabricatie. Prin importanta si larga raspandire a acestora, cercetarile privind optimizarea proceselor de prelucrare prin aschiere se afla intr-o continua dezvoltare.

Toate valorile optime ale parametrilor procesului de aschiere, care rezulta din urma cercetarii, in acest caz strunjire, trebuie sa fie in concordanta cu conditiile tehnico-economice impuse.

¹ Specializarea Tehnologia Constructiilor de Masini, Facultatea IMST;

E-mail: andrei.stej@yahoo.com;

De-a lungul anilor, s-au efectuat mai multe studii, bazate si pe rezultate experimentale, privind optimizarea parametrilor de strunjire.

Un exemplu este studiul „Optimizarea regimurilor de aschiere pentru operatiile de strunjire folosind metoda Taguchi” [1]. In acest studiu, metoda in sine este instrumentul prin care se gasesc parametrii optimi de prelucrare pentru obtinerea calitatii ridicate a produsului. Aceasta metoda a avut si rezultate experimentale favorabile.

Pe baza metodei Taguchi au aparut o sumedenie de cercetari: ”Optimizarea finisarii suprafetelor prin strunjire folosind metoda Taguchi” (Daniel Kirby, E.Zhang sa.) [2], ”Previziuni asupra rugozitatilor suprafetelor strunjire pe masini-unelte CNC folosind metoda Taguchi(A.Jayant) [3] si multe altele.

Alte optimizari evidente pe parcursul anilor au venit cu modernizarea masinilor-unelte, in mod important aparitia masinilor cu comanda numerica, a softurilor CAM/CAD si imbunatatirea si noutatea sculelor de prelucrare.

In tabelul 1 vor fi prezentate criteriile principale asupra carora cercetarile acorda atentie deosebita, marimea de referinta a acestor criterii si valoarea de referinta urmata de unitatea de masura [4]:

Tabelul 1. Criteriile principale la strunjire

Nr.	Criteriul	Marimea de referinta, simbol	Valoarea de referinta; unitate de masura
1	Productivitate	buc/min	Maxim-buc Min-timp

2	Costul prelucrării	Unitatii monetare	Minim Lei
3	Precizia si calitatea suprafetei aschiate	Rugozitatea Ra	Cea din desenul de executie
4	Uzura si durabilitatea sculei	Durabilitatea T [min]	Cat mai mare prevazuta in stadarde[<i>min</i>]
5	Forta de aschiere	Componenta principala a fortei de achiere Fz [daN]	Cat mai mica [daN]
6	Temperatura sculei	Temperatura θ [°C]	Cat mai mica [°C]
7	Marimea deformatiilor plastice ale aschiilor	Coeficientul de deformare plastica a aschiei C_d	Cat mai mic [-]

Criteriul asupra caruia se va axa cercetarea aceasta va fi asupra productivitatii, mai precis micsorarea timpilor de prelucrare.

Productivitatea poate fi exprimata si prin timpul de prelucrare a unei pieste T_t conform relatiei (1) [4]

$$Q = \frac{1}{T_t} [\text{buc/min}] \quad (1)$$

Pentru realizarea unei productivitati cat mai mare este necesar ca timpul de prelucrare a unei pieste sa fie cat mai mic, ceea ce impune ca timpii auxiliari sa fie cat mai mici sau neglijabili si timpul de baza cat mai mic.

Un inconvenient al productivitatii prelucrării este acela ca este limitata de materialul de aschiat, de calitatile aschietoare ale sculei, de organizarea productiei, de calificare executantilor si de pregatirea profesionala a inginerilor. [4]

3 PREZENTAREA VISUALTURN

3.1 Etape pregatitoare inaintea lansarii programului

Piesa rezultata in urma operatiilor de stunjire se va prezenta in figura 1

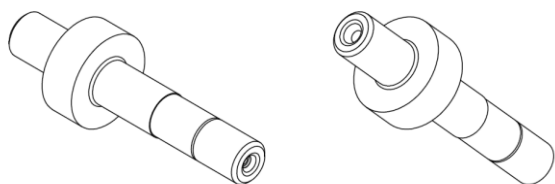


Fig.1. Piesa strunjta

Toate suprafetele sunt supuse operatiilor de stunjire mai putin cele frontale ale capetelor si

gaurile de centrare. Piesa ulterior este supusa la alte operatii: frezare canal de pana, frezare canelura la un capat al arborelui, frezare dantura pe diametrul cel mai mare, gauriri si rectificari, dar acestea din urma nu prezinta interes pentru studiul actual.

Piesa strunjita a fost modelata 3D prin intermediul softului Autodesk Inventor 2015, acest lucru fiind necesar si pentru pasii urmasori necesari dupa lansarea softului VisualTurn.

3.2 Etapele pregatitoare dupa lansarea programului

3.2.1 Generarea traiectoriilor si a semifabricatului

Dupa lansarea programului vor fi necesare 2 lucruri: semifabricatul asupra caruia se va strunji si un contur sau traiectorii pe care se va realiza strunjirea.

In primul rand, si primul lucru care va aparea la generarea unei simulari noi este alegerea traiectoriilor, suprafetelor sau conturilor discutate anterior. Se poate desena conturul piesei 2d in programul respectiv dar acesta nu este un program specializat de desenare si ar dura mai mult timp. In cazul de fata, modelul 3D al piesei strunjite, a fost salvat din Inventor intr-un format CAD si anume STL (Streo-Lithography Files). Programul suporta importul a mai multor tipuri de formate: 3dm, dwg, wr1, raw, igs si stp.

Dupa importarea piesei in format STL, pe ecran va aparea modelul 3d al piesei strunjite. Aceasta intr-o prima faza va aparea toata sub forma de „surface” sau suprafata iar noi avem nevoie mai departe de linii. Generarea liniilor poate fi realizata in mai multe moduri: se poate extrage o curba 2d care acopera toate suprafetele exterioare si interioare, curba proiectata pe planul XoZ (de mentionat ca sistemul de axe se alege la fel ca pe un strung CNC). Curba respectiva, pentru usurinta pasilor urmasori poate fi sparta in segmente, arce etc. Inconvenientul este acela ca o data sparta curba se va sparge in foarte multe curbe mici si apare o pierdere de timp in a sterge cele care nu sunt necesare si sansa mare de a gresi. In cazul acesta, prin functia snap care ne permite sa alegem punctele de unde incepem desenul exact in punctele de interes de pe piesa, am desenat jumatarea conturului piesei 2d, nefiind necesar tot conturul daca piesa este simetrica. De mentionat ca in prima faza am desenat doar portiunile pentru strunjire cilindrica si frontala si separat contururile tesiturilor, canalului si degajarii. Aceste lucruri pot fi observate in figura 2.

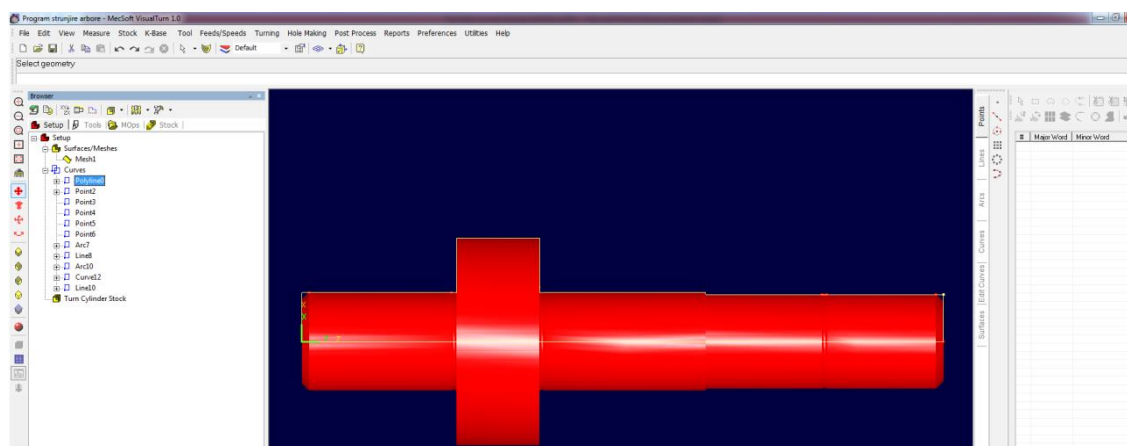


Figura 2. Generarea curbelor

In meniul din stanga din figura anterioara sunt afisate curbele generate anterior.

In urmatorul pas se va genera semifabricatul. Acesta poate fi generat 3D prin mai multe metode in program:

- Cylinder stock
- Part Cylinder stock
- Part Offset stock
- Revolve stock
- Import stock

In principal, semifabricatele folosite sunt de forma cilindrica. Prin „cylinder stock” se va genera un semifabricat cilindric, utilizatorul alegand dimensiunile cilindrului; la „Part Cylinder stock” se va genera un cilindru in functie de profilul importat la pasul precedent; la „Part offset stock” se va genera un semifabricat cu un offset fata de profilul importat, la „Revolv stock” se va realiza un semifabricat prin rotirea unui profil in jurul unei axe iar la „import stock” se va importa un model proiectat in alte softuri. In cazul de fata, s-a generat cu Cylinder stock o bara de lungime 170 si diametru $\varnothing 65$ (bara laminata, figura 3).

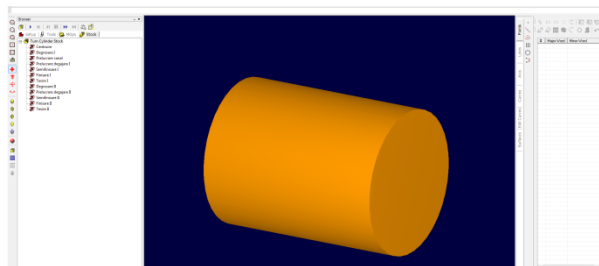


Figura 3. Generarea semifabricatului

In continuare putem seta caracteristicile principale ale strungului: rotatia maxima a arborelui

principal, coordonatele punctului unde se schimba scula si deplasările maxime.

3.2.2 Alegerea sculelor

Din meniul tool vom avea doua submeniuuri: „Create/Select Turn Tool” si „Create/Select Drill Tool”, de unde vom alege prima varianta. Dupa selectare va apare un meniu cu diferitele tipuri de cutite sau placute pentru operatiile de stunjire: triunghiulare, paralelipipedice, circulare, pentru canale, pentru filetare etc.

O lista cu sculele si placutele utilizate in fazele respective si un exemplu de definire a sculei se va prezenta in figura 4.

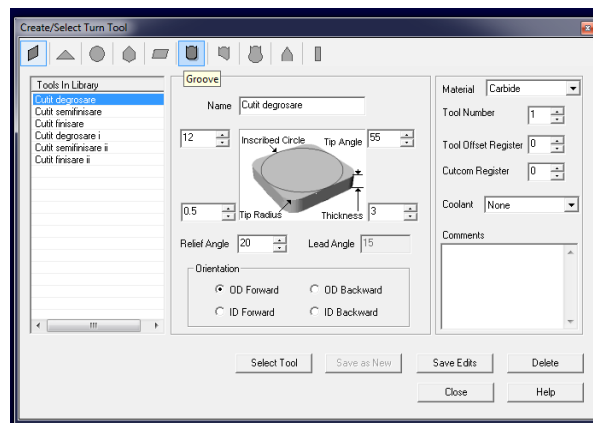


Fig. 4. Selectarea sculelor

Din meniul respectiv se pot alege si introduce date cum ar fi: grosimea, raza la varf, numele sculei, numarul sculei ocupat in magazia de scule, materialul, lichidul de racire, sensul din care se prelucreaza, sa. In imaginea anterioara au fost prezentate placutele pentru strunjirea cilindrica, cutitele pentru realizarea canalului si degajarilor aflandu-se in meniul de categorie speciala respectiva.

3.2.3 Alegerea procedeeleor de strunjire

Accesand meniul turning, vor aparea mai multe submeniuri cu tipurile de strunjire disponibile (figura 5).

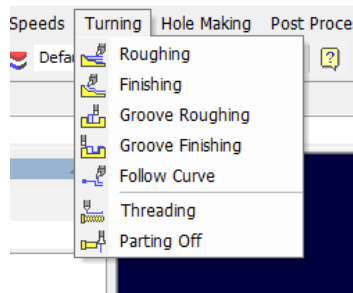


Fig. 5. Tipuri de strunjire

Dupa cum urmeaza avem urmatoarele tipuri de strunjire:

-roughing, reprezentand strunjirea frontala, cilindric exterioara sau interioara de degrosare

-finishing, reprezentand strunjirea frontala, cilindric exterioara sau interioara de semifinisare sau finisare

-groove roughing, reprezentand strunjirea de degrosare a canalelor exterioare sau interioare

-groove finishing, reprezentand strunjirea de finisare a canalelor exterioare sau interioare

-follow curve, reprezentand o strunjire de tip degrosare, semifinisare si finisare(utilizata mai des pentru finisare) in care se strunjeste un contur oarecare

-threading, reprezinta realizarea filetelor pe strung

-parting off, reprezentand retezarea pe strung

In cazul de fata, intereseaza strunjirile de tip „Roughing” si „Finishing” pentru suprafetele cilindrice exterioare si frontale si follow curve pentru a usura generarea canalului si degajarilor.

Inainte de accesarea unui tip de strunjire, trebuie sa selectam o curba sau traectorie generata anterior si sa selectam scula corespunzatoare accesand meniul de scule si selectand „Select Tool”sau prin meniul din stanga, dand dublu click pe scula dorita.

Dupa accesarea unui tip de strunjire,ne va aparea un meniu cu parametrii ca cel din figura 6

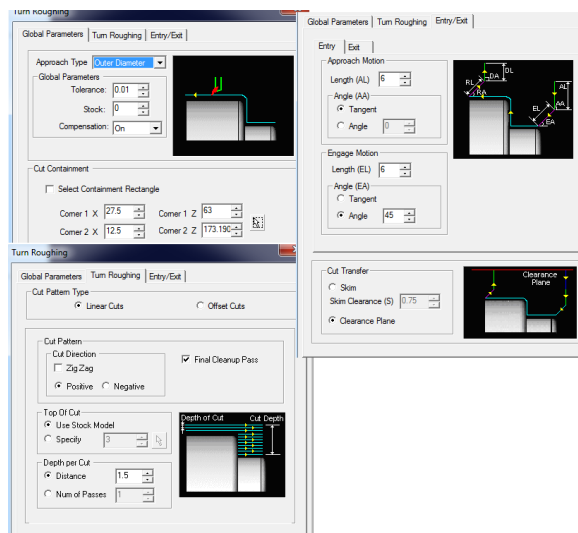


Fig. 6. Parametrii strunjire

Parametrii care pot fi alesi de utilizator sunt urmatorii:tipul de strunjire(exterioara / interioara / frontala), valoarea tolerantei, adaosul, numarul de treceri si distanta dintre ele, sensul sau modul trecerilor, modul de intrare sau iesire din aschiere etc.

Dupa alegerea tipului de strunjire, in lista MOPs se va cauta procedeul creat si se vor regla parametrii regimului de aschiere facand dublu click pe feeds/speeds asa cum apare in figura 7 unde este exemplificat regimul de aschiere la degrosarea pe contur a tronsoanelor din dreapta a arborelui..

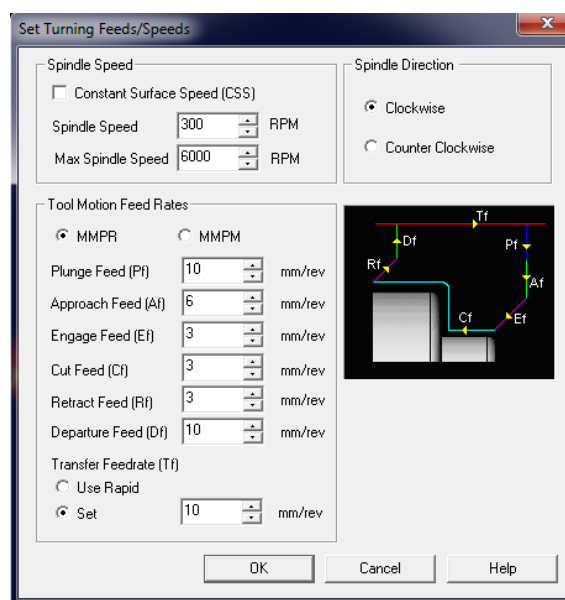


Fig. 7. Regimul de aschiere la degrosare

Din meniul prezentat anterior avem o imagine unde este reprezentat grafic fiecare parametru in traseul cutitului pe piesa. Tod din acest meniu se alege vitezele de rotatie a arborelui principal, sensul,

viteza maxima de rotatie si diferitele avansuri care pot fi exprimate in mm/rot sau mm/min. Din acest panou putem optimiza procedeul prin modificarea intrarilor si iesirilor din aschiere.

Se face rand pe rand fiecare procedeu de strunjire, urmarind toti pasii anteriori si se pot face simularile 3d ale procedeele singulare sau al intregului proces. Pentru aceasta se intra din stanga pe meniul stock. De aici, mai intai, avem posibilitatea sa reglam anumiti parametri ai simularii cum ar fi: viteza, modul de vizualizare al semifabricatului, modul de vizualizare al port-sculei etc. Dupa aceasta putem incepe simularile si ele se prezinta asa ca in figura 8.

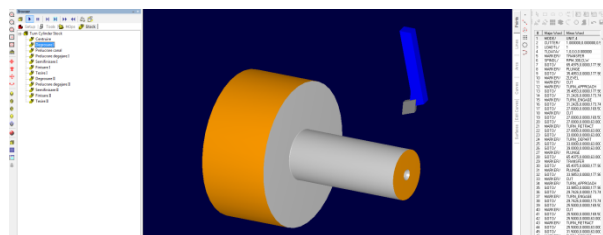


Fig. 8. Simulare strunjire de degrosare

In final, ceea ce intereseaza in aceste simulari este partea de optimizare, si in cazul nostru, dorim ca timpul de prelucrare al piesei sa fie cat mai mic posibil. Pentru a vedea timpul de prelucrare, accesam iar meniul MOps si alegem submeniul „Machining operations info” unde este specificat in mod exact timpul in minute.

4 OPTIMIZAREA CU VISUALTURN

4.1 Un prim exemplu de proces de strunjire

Vom alege niste modalitati de strunjire care vor respecta operatiile si fazele necesare si vom verifica timpul in care a fost prelucrata piesa si de asemenea vom putea verifica cat de mult se apropie piesa prelucrata cu cea dorita. Nu tot timpul mai rapid inseamna mai bine si este nevoie de aceasta verificare.

Inainte de generarea simularilor procedeele de strunjire ar trebui sa stim exact operatiile si fazele necesare. Acestea sunt:

Operatia 20: Strunjire I

Fazele operatiei:

a) Prins semifabricat:

1. Strunjire de degrosare $\varnothing 25 \times 63$; $\varnothing 26,875 \times 43,125$, $\varnothing 65$
2. Strunjire canal $\varnothing 24,6 \times 1,4$
3. Strunjire degajare B 2 x 0,4 STAS 7446-66
4. Strunjire de semifinisare $\varnothing 26,425 \times 44$, $\varnothing 65$

5. Strunjire de finisare $\varnothing 26,175 \times 44$

6. Tesire 2 x 45°

b) Desprins semifabricat

Operatia 30: Strunjire II

Fazele operatiei:

a) Prins semifabricat:

1. Strunjire de degrosare $\varnothing 26,875 \times 40,125$; $\varnothing 55 \times 22$;

2. Strunjire degajare B 2 x 0,4 STAS 7446-66

3. Strunjire de semifinisare $\varnothing 26,425 \times 41$; $\varnothing 55$

4. Strunjire de finisare $\varnothing 26,175 \times 41$

5. Tesire 2 x 45°

b) Desprins semifabricat

In urma generarii fazelor vom verifica daca piesa este conforma (figura 9).

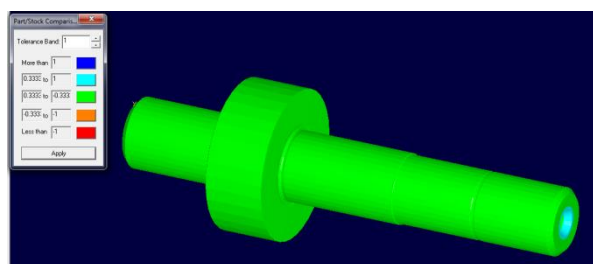


Fig. 9. Verificare conformitate 1

Se observa ca piesa este conforma (culoarea verde) si doar gaurile de centrare, care sunt generate ca exemplu tot prin functiile hole din program, se afla la limita sa iasa din campul de toleranta. Dar partea care intereseaza este cea de strunjire.

Acum vom urmari timpul de realizare al piesei. Acest lucru se observa in figura 10.

Set MCS	Clean	No Tool	0.0		
Centruire	Clean	Burghiu de centr...	0.20 mm/rev	3	0.15 min
Degrosare I	Clean	Cutit degrosare	3.00 mm/rev	164	4.02 min
Prelucrare canal	Clean	Cutit canal	1.50 mm/rev	14	0.33 min
Prelucrare degajare I	Clean	Cutit degajare	0.20 mm/rev	14	1.77 min
Semifinisare I	Clean	Cutit semifinisare	1.50 mm/rev	14	0.27 min
Finisare I	Clean	Cutit finisare	0.20 mm/rev	13	1.55 min
Tesire I	Clean	Cutit finisare	6.00 mm/rev	13	0.04 min
Degrosare II	Clean	Cutit degrosare II	3.00 mm/rev	83	1.65 min
Prelucrare degajare II	Clean	Cutit degajare II	0.20 mm/rev	17	1.54 min
Semifinisare II	Clean	Cutit semifinisare II	1.50 mm/rev	14	0.25 min
Finisare II	Clean	Cutit finisare II	0.20 mm/rev	14	1.52 min
Tesire II	Clean	Cutit finisare II	6.00 mm/rev	13	0.04 min
				Total	13.13 min

Fig. 10. Timpi de prelucrare 1

Se observa ca timpul total de prelucrare va fi **13.13 minute** si ca fazele care ocupa cel mai mult timp sunt cele de degrosare: degrosare **I-4,02 minute** si degrosare **II-1,65 minute**. Cum ele sunt similare ca parametri vom studia si optimiza faza de degrosare I. In primul rand sa observam traiectoria sculei si trecerile (figura 11)

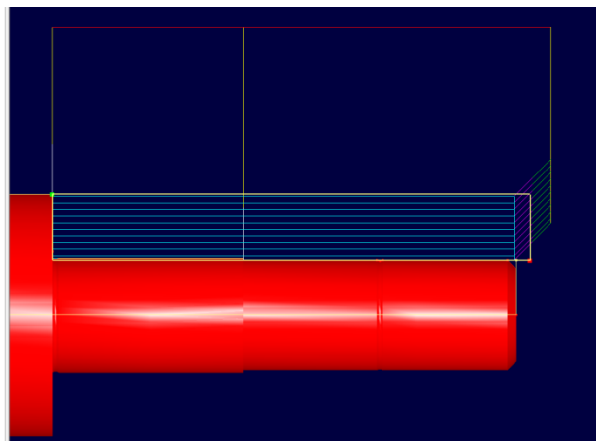


Fig. 11. Simulare strunjire de degrosare

Se observa ca degrosarea se face in mai multe treceri si de fiecare data intra si iese din de la **dreapta la stanga** si ciclul se reia. De asemenea strunjirea se va face pe regiuni in functie de tronsoane.

Vom intra in meniul din figura 6 si vom schimba in primul rand sensul de la dreapta la stanga in cel de la **stanga la dreapta** prin selectarea „negative” dupa o traiectorie cum urmeaza in figura 12.

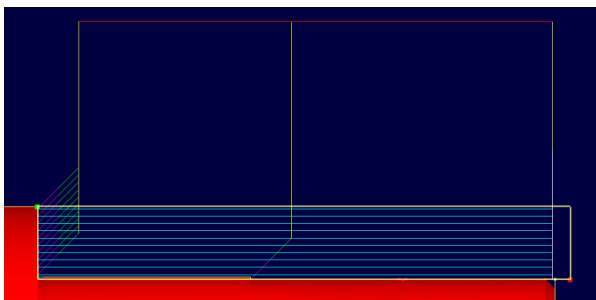


Fig. 12. Strunjire pe directie stanga-dreapta

Prin schimbarea sensului timpul de prelucrare va deveni **3,81 min**, deci deja este o imbunatatire. Dar acum se va cerceta **pe directie zig zag**, sau mai bine zis, cutitul va avea miscari de la un capat de arbore la tronsonul cu diametrul cel mai mare fara sa se intoarca la punctul de origine si avand miscara in sens pozitiv si negativ pana la terminarea prelucrării (figura 13)

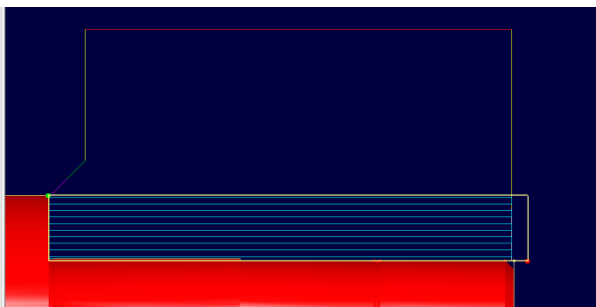


Fig. 13. Strunjire pe directie zig-zag

Prin directia zig-zag se imbunatateste timpul foarte mult, ajungand la 1.69 minute de la 4.02. Deci am descoperit ca directia zig zag e cea care dureaza cel mai putin.

Acum sa schimbam tipul taierii in **offset cuts**, adica taierea **urmarind conturul** si pastram directia zig zag, asa cum se observa in figura 14.

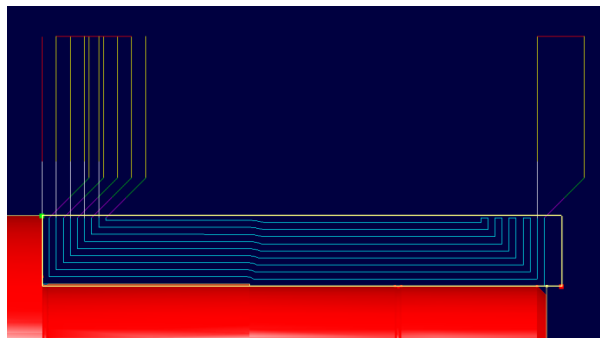


Fig. 14. Strunjire pe directie zig-zag, urmarind conturul

Timpul rezultat va fi de **1.79 minute**, deci aproape la fel de bine ca la taieturile liniare. Va rezulta ca taieturile de tip liniar si pe directie zig zag vor reduce timpul considerabil.

Un alt parametru la care putem umbla este **distanța dintre treceri** care implicit va si duce la numarul de treceri. In stadiu incipient, distanta dintre treceri este de **1.5 mm** iar noi vom creste valoarea la **2 mm** astfel reducand numarul de treceri de la 10 la 8 si timpul reducandu-se si mai mult la **1.46 minute** aceste lucru observandu-se in figura 15.

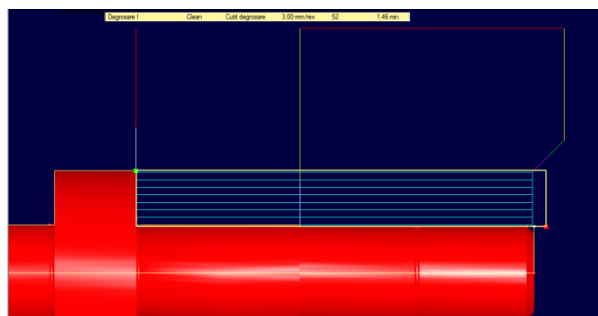


Fig. 15. Micsorare numar de treceri

Urmatorul pas va fi acela sa schimbam parametrii de la **intrarea si iesirea din aschiere**, respectiv distantele de intrare si iesire si unghiurile respective. Exista 4 distante care intereseaza: de apropiere a sculei, de intrare in aschiere, de iesire din aschiere si de departare. La inceput, distantele toate sunt egale cu **6 mm** iar aceasta distanta se va micsora la **4**. Rezultatul va fi acela de o reducere foarte mica de la **1,46** de minute la **1,45**.

Acum vom schimba unghiurile pentru apropiere, intrare in aschiere, iesire din aschiere si

departare. Unghiurile vor fi acelea din fig 13. Cel de apropiere este tangent la profil, cel de intrare in aschiere este de 45° , cel de iesire din aschiere este de 90° si cel de departare este tangent la profil. Distanțele fiind atat de mici, singura diferenta a fost aceea de a mari timpul la **1.46 min**, deci modul in care a fost ales la inceput este cel mai optim. Cu cat unghiul creste de la 0° la 90° de grade, timpul va scadea dar foarte puțin, neglijabil.

Un ultim parametru la care se vor face schimbări va fi **planul de la care si urca scula- „Clearance plane”**. Programul in mod automat va alege acest plan cu o distanta minima mai mare decat diametrul maxim, iar in acest caz el este diametrul barei laminate. Se poate alege un plan mai jos dar programul nu calculeaza posibilitatea de spargere a sculei sau a vibratiilor, deci pentru o situatie ca in figura 16, chiar daca timpul va fi redus, situatia nu va putea fi real posibilă ci doar virtuală.

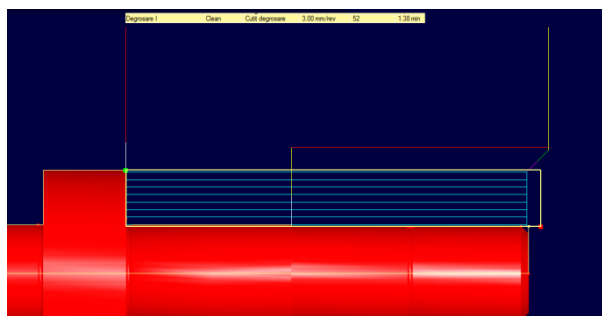


Fig. 16. Schimbarea Clearance Plane

Se poate observa ca timpul va deveni **1.38 de minute dar situatia nu va fi real posibilă**.

Acum, reusind sa reducem timpul la prima degrosare de la **4,02 min la 1.45 min**, vom aplica aceeași metoda si la strunjirea a doua pe celalalt capat al arborelui si al diametrului maxim si se va constata ca timpul, se va reduce de la **1,65 min la 0,98 min**. Diferențele este mai mica decat la primul caz deoarece materialul ce necesita inlaturat este mult mai puțin. In figura 17 vor fi afisate noile traiectorii si treceri ai celei de a doua degrosari in comparatie cu cea veche.

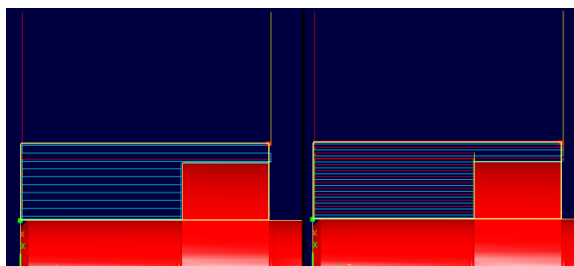


Fig. 17. Optimizare degrosare II

S-a reusit optimizarea operatiei de strunjire, timpul scazand de la **13,13 min la 9,89 min**.

Celelalte operatii realizandu-se printr-o singura trecere, vom modifica distantele de apropiere, de intrare in aschiere, de iesire din aschiere si departare la toate operatiile.

Prin reducerea tuturor distantelor la **valoarea 2**, noul timp a ajuns la **9,66 min**.

Vom face acum iar o analiza sa vedem daca profil ce dorim sa fie obtinut este in concordanta cu cel prelucrat. Acest lucru este afisat in figura 18.

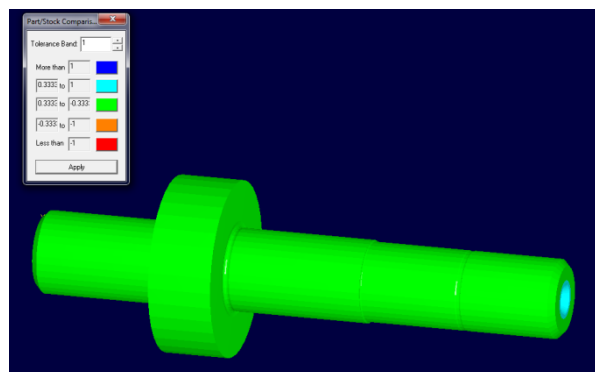


Fig. 18. Verificare intermediara

La operatiile de realizare a canalului si a canelurilor, din pricina dimensiunilor foarte mici si a profilurilor mai complexe, nu prea exista posibilitatea schimbării unghiurilor, si adaugand faptul ca timpul salvat prin schimbarea unghiurilor este neglijabil, timpul va ramane tot **9,66 min**.

Foarte important de mentionat este aceea ca nu apare rotirea piesei, programul neputand facilita acest lucru si ar aparea si un timp in plus la rotirea acesteia, adaugandu-se realizarea celei de a doua gauri de centrare care necesita obilagoriu rotirea piesei. Totusi generarea gaurilor de centrare este cu scop demonstrativ deoarece acestea in procesul tehnologic aferent reperului prezentat se realizeaza in acelasi timp cu frezarile capetelor arborelui pe o masina bilaterala de frezat si centrit.

Ar mai exista o posibilitate de a reduce timpul la strunjirea de degrosare I, si anume sa se renunte la ultima trecere „Final clearup pass” si astfel s-a micșora timpul strunjirii de degrosare I la 1.25 minute. Totusi, daca se priveste cu atentie momentul cand se termina operatia, suprafata apare cu culoare rosie, deoarece nu este conforma cu ce trebuia sa se obtina, suprafata fiind obtinuta in final dupa semifinisare sau finisare dar din pricina cotei mult mai mari si neregulate, exista tendinta de vibratii care va duce in final la calitatea slaba a acelei suprafete. (figura 19).

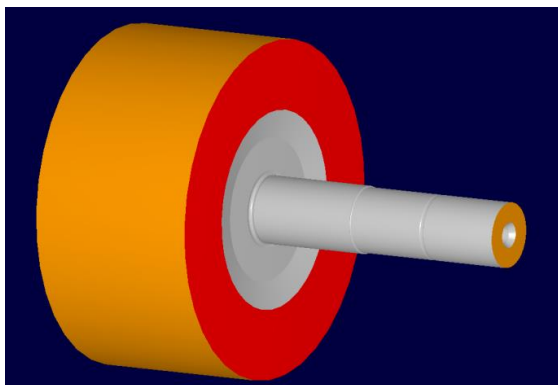


Fig. 19. Suprafata neconforma

Din pricina celor prezentate mai sus, se va renunța la adoptarea acestei metode.

Se mai poate observa timpul destul de mare de prelucrare a degajărilor. Cum ele nu sunt prevăzute să aibă cote dimensionale foarte precise sau rugozități foarte mici, putem scădea timpul prin **schimbarea parametrilor regimurilor** de prelucrare la faza respectivă. Schimbarea se va observa în figura 20.

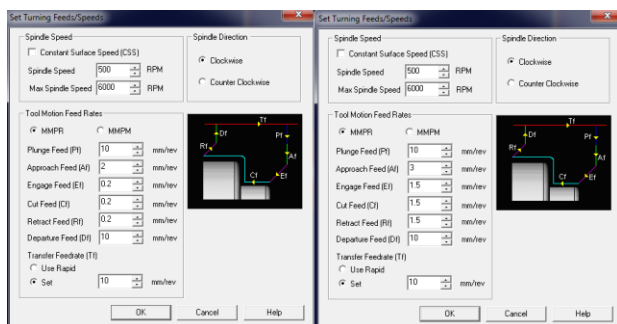


Fig. 20. Optimizarea regimului de aschiere

Se observă că parametrii regimului de aschiere erau pentru o prelucrare mai precisă decât era cazul și prin modificarea acestora s-a redus timpul total considerabil la **6.87 min.**

La fazele de strunjire de finisare, timpul rămâne mai ridicat decât la celelalte faze deoarece avansul este foarte mic în comparație cu avansurile de la celelalte strunjiri.

În final se va mai face o comparație a modelului obținut în urma tuturor optimizărilor cu modelul de obținut. Acest lucru se verifică în figura 21.

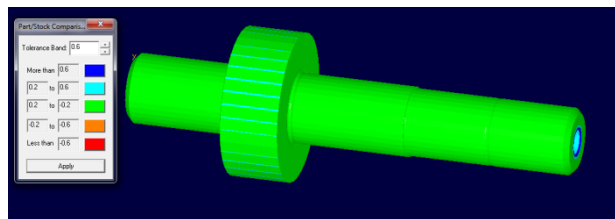


Fig. 21. Verificare finală

În final s-a scăzut și toleranța la valoarea 0,6 și se poate observa că se obține exact modelul dorit, deci optimizarea a avut succes.

5 CONCLUZII

În concluzie, prin intermediul unui software CAM/CAD specializat pe operațiile de strunjire, care ocupă un loc în top printre softurile similare, dar aflat totuși la un pret mult mai rezonabil, se pot realiza optimizări importante din punctul de vedere al reducerii timpului prelucrarilor.

Optimizările respective se pot face în mod principal prin schimbările traiectoriilor sculelor și a regimurilor de prelucrare. Într-o oarecare măsură micșorarea timpului poate fi realizată și prin reducerea deplasărilor auxiliare aflate în afara prelucrării propriu-zise și a unghiurilor acestor deplasări.

În final, s-a realizat o optimizare importantă, timpul de prelucrare fiind redus de la **13,13 min la 6.87 min**, o reducere aproape la jumătate. În final, producția fiind de serie mijlocie sau serie mare, timpul salvat va aduce o reducere considerabilă a costurilor prelucrării, deci profitul întreprinderii va crește.

6 BIBLIOGRAFIE

- [1]. W.H Yang. și Y.S Tarng. (1998), „Design optimization of cutting parameters for turning operations based on the Taguchi method”, *Journal of Materials Processing Technology*, 122–129
- [2]. Daniel Kirby, E. Zhang, sa. (2006), “ Surface roughness optimization in an end-milling operation using the Taguchi design method”, *Journal of Materials Processing Technology*, 233–239
- [3]. A.Jayant, (2008), „Prediction of surface roughness in CNC turning operation using Taguchi design of experiments”. *Industrial engineering*, 19-25
- [4] Andrei Stejereanu, (2004-2005), Proiect „Tehnologia Fabricării Produselor”
- [5] Prof.univ.dr.ing S.PANAIT, cursul „Optimizarea sistemelor de fabricație”