

OPTIMIZAREA ȘI VALIDAREA TEHNOLOGICĂ A OPERAȚIILOR DE STRUNJIRE DIN PROCES PRIN SIMULARE CAM CU MODULUL HSM AL AUTODESK INVENTOR

OPTIMIZATION AND TECHNOLOGICAL VALIDATION OF TURNING OPERATIONS FROM PROCESS BY SIMULATION CAM WITH THE HSM MODULE OF AUTODESK INVENTOR

BANU George-Sebastian

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: banu_george25@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Mădălin-Gabriel CATANĂ**

ABSTRACT: This paper presents an example of the use of the High Speed Machining module of the Autodesk Inventor program for the optimization and technological validation of several variants of processing schemes for two turning operations performed on CNC lathe. The CAM simulation determined the optimal variants for removing the processing additions in operations. For the technological validation of optimal variants of processing schemes were used in the simulation of the CAM the 3D geometric models of the machine and equipment for catching the part in operations.

CUVINTE CHEIE: strunjire, simulare CAM, HSM Inventor, tehnologie, durata operației, optimizare

1. Introducere

Producția asistată de calculator (CAM) reprezintă utilizarea de software pentru controlul mașinilor unelte utilizate în procesul de producție. Această metodă a devenit o practică comună în optimizarea operațiilor tehnologice de prelucrare prin așchiere. Aceasta se folosește pentru a simula prelucrarea unei piese și de a identifica din timp schemele neproductive sau apariția unor coliziuni cu echipamentele tehnologice.

Autodesk este o companie de software fondată în anul 1982 în Statele Unite. Aceasta se ocupă cu dezvoltarea de soluții software 2D și 3D care sunt utilizate în inginerie, construcții, arhitectură, etc. Pentru realizarea acestei lucrări a fost folosit un program software care se numește Autodesk Inventor Professional 2018 cu modulul High Speed Machining, program ce poate simula o întreagă gamă de operații de strunjire, frezare, găurire, etc.[5].

Această lucrare are scopul de a crește productivitatea operațiilor de strunjire prin micșorarea timpilor de bază și auxiliari. Modalitatea aleasă pentru atingerea obiectivului este prin optimizarea schemelor de prelucrare folosite de scule prin compararea diferitelor strategii de îndepărtare a adaosului a două operații.

2. Stadiul actual

În momentul de față, există numeroase variante de simulare CAM pentru PC cât și integrate pe comanda numerică a mașinilor unelte. Diferite softuri prezintă diferite avantaje, în funcție de caracteristicile lor, compatibilitatea cu controller-ele mașinilor sau diferite integrări în controller-ul mașinii unealtă [6].

Modulul High Speed Machining permite exportarea operațiilor simulate într-o mare varietate de limbaje de programare CNC, permițând astfel realizarea programului pe PC și trecerea acestuia pe mașina CNC în câțiva pași simpli.

Modulul High Speed Machining poate fi integrat în mai multe programe de proiectare CAD 3D, ca Inventor, Fusion 360 sau SolidWorks, ceea ce permite realizarea modelului 3D și simularea CAM în același program.

3. Pregătirea HSM pentru simularea operațiilor

Se prezintă modul de lucru prin care a fost realizată simularea CAM a două operații de strunjire. Prima operație, care se numește 30. Prelucrare complexa 2 din PT1 utilizează un semifabricat care inițial a fost obținut prin matrițare. Această operație se va denumi în continuare 30.PT1. În a doua operație, care se numește 40. Prelucrare complexa 2 din PT2 utilizează un semifabricat care inițial a fost obținut prin laminare. Această operație se va denumi în continuare 40.PT2 [1].

3.1. Definirea mașinii unelte cu comandă numerică

Pentru a realiza validarea tehnologică a operațiilor în programul Inventor se definește ansamblul mașini unelte CNC Doosan Lynx 2100 precum și a echipamentelor tehnologice folosite (vezi figura 1). După cunoașterea acestor elemente, programul ține cont la calculul deplasării sculelor pentru a nu exista o coliziune cu acestea [2].

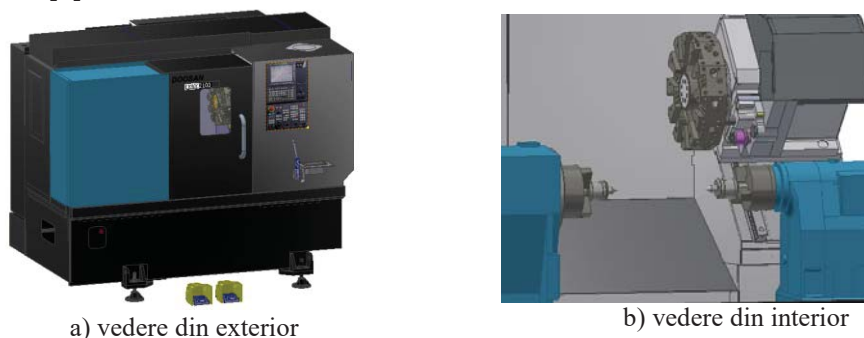


Fig.1. Ansamblul mașinii-unelte CNC

3.2. Definirea semifabricatului

Se definește construcția 3D la sfârșitul prelucrării din 30.PT1 și 40.PT2. Aceasta a fost modelată prin intermediul softului Autodesk Inventor 2018, fiind necesar pentru pașii următori. (vezi figura 2).



Fig. 2. Semifabricatul la sfârșitul operațiilor 30.PT1 și 40.PT2

Următorul pas este prin alegerea tipului de semifabricat (vezi figura 3). Pentru definirea semifabricatului la începutul operației 30.PT1, se alege opțiunea “From solid” și se selectează un solid definit ca semifabricat când s-a realizat modelul 3D al reperului [3] ; [4] (vezi figura 4) :

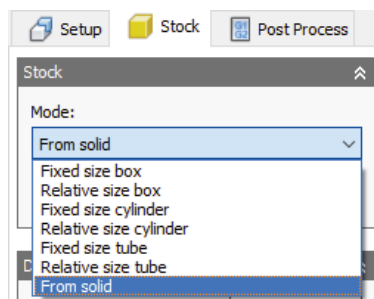


Fig. 3. Opțiuni pentru definirea semifabricatului



Fig. 4. Semifabricatul la începutul operației 30.PT1

Pentru definirea semifabricatului la începutul operației 40.PT2, se alege opțiunea “Fixed size cylinder” și se specifică dimensiunile și poziția (vezi figura 5), rezultând astfel semifabricatul (vezi figura 6).

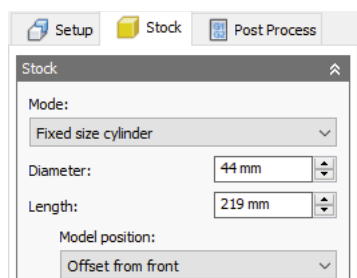


Fig. 5. Stabilirea dimensiunilor pentru semifabricatul de tip bară



Fig. 6. Semifabricatul la începutul operației 40.PT2

3.2.1. Definirea fazelor de prelucrare

Definirea fazelor de prelucrare din operațiile 30.PT1 și 40.PT2 se vor defini în concordanță cu proiectarea anterioară. Ambele operații conțin fazele următoare și sunt descrise prin schița [1] (vezi figura 7):

1. Prindere semifabricat
2. Strunjire degroșare după contur $\text{Ø}26,2 \times 18,2$; $\text{Ø}26,2 / \text{Ø}40$
3. Strunjire degajare B $0,6 \times 0,3$
4. Strunjire finisare după contur $1,8 \times 45^\circ$; $\text{Ø}25,6 \times 18,7$; $\text{Ø}25,6 / \text{Ø}40$; $2,3 \times 45^\circ$
5. Filetare la TR40X3 x 200,6
6. Desprindere și depunere piesă

Pentru realizarea fazelor de prelucrare se definesc în program următoarele date:

-suprafața de prelucrare, scula utilizată, parametrii regimului de prelucrare, iar schema de îndepărtare a adaosului de prelucrare se regăsește în capitolul 4.

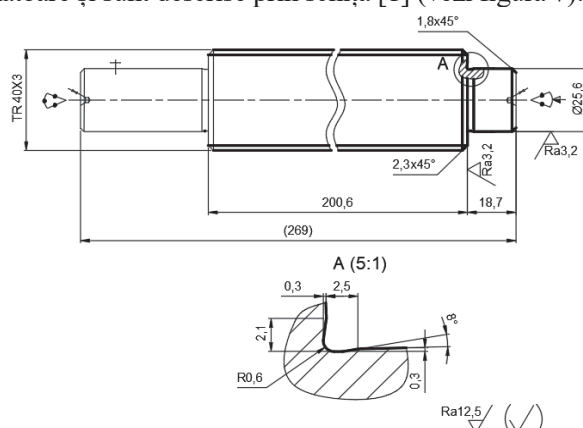


Fig. 7. Schița pentru operațiile 30.PT1 și 40.PT2

3.2.2. Definirea sculelor de prelucrare

Definirea sculelor de prelucrare se face din meniul „Tool Library” folosind submeniul pentru scule de strunjire. După selectare va apărea un meniu cu diferite tipuri de cuțite sau plăcuțe pentru operațiile de strunjire: triunghiulare, paralelipipedice, circulare, pentru canale, pentru filetare etc. (vezi figura 8).

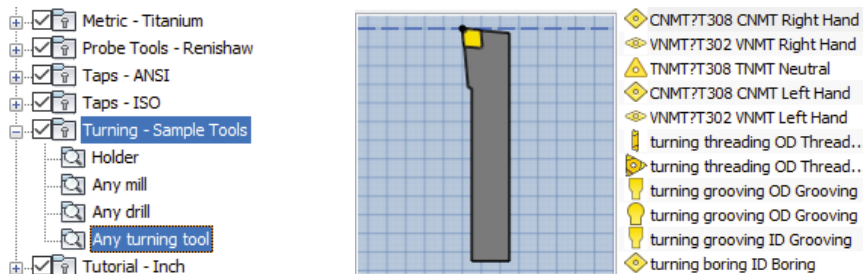


Fig.8. Alegerea sculelor

Pentru fazele 2, 3, 4, 5 se folosește un cuțit de strunjit la dreapta (vezi figura 10).

Pentru faza 2 este folosită o plăcuță rombică de tip V (vezi figura 11)

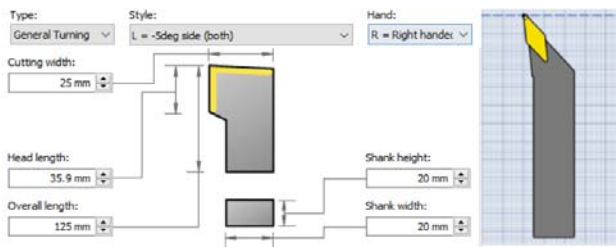


Fig. 10. Sculă

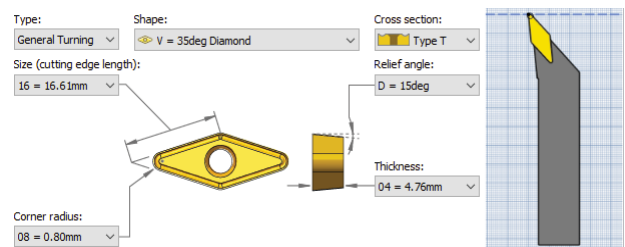


Fig. 11. Plăcuță rombică

Definirea sculelor de prelucrare pentru următoarele faze s-a făcut în același mod prezentat anterior.

3.2.3. Definirea parametrilor regimului de așchiere

Se definesc regimurile de așchiere pentru fazele operațiilor cu valori din următorul tabel [1] (vezi tabel 1):

Tabelul 1 Regimurile de așchiere

Faza	T[min]	F[mm/rot]	V[m/min]
2	15	0,579	332
3	15	0,2	249
4	15	0,146	277
5	15	3	144

4. Optimizarea cu HSM prin simularea operațiilor

Optimizarea celor două operații se va face prin analiza mai multor scheme de prelucrare posibile de aplicat pentru operațiile 30.PT1 și 40.PT2. Schemele de prelucrare sunt simulate în HSM rezultând timpii necesari pentru realizarea lor. Pe baza acestor timpii, operațiile vor putea fi optimizate prin includerea în cadrul lor a schemelor optime, realizate într-un timp cât mai scurt.

4.1. Optimizarea schemelor de prelucrare pentru fazele operației 30.PT1

4.1.1. Scheme de prelucrare pentru faza 30.2

Se analizează două scheme pentru faza 30.2 din operația 30.PT1. Îndepărtarea adaosului pentru prima schemă se face longitudinal cu adâncimea de așchiere de 1,2 mm (vezi figura 15).

Îndepărtarea adaosului pentru a doua schemă se face cu trecerile sculei dispuse perpendicular pe axa de rotație (vezi figura 16).

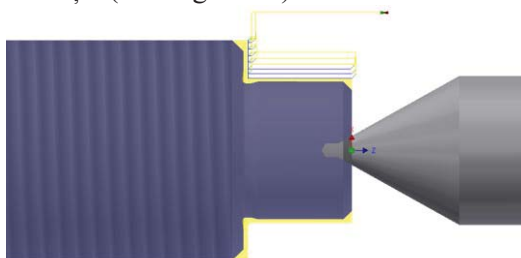


Fig. 15. Simularea schemei 1 de prelucrare pentru faza 30.2.PT1

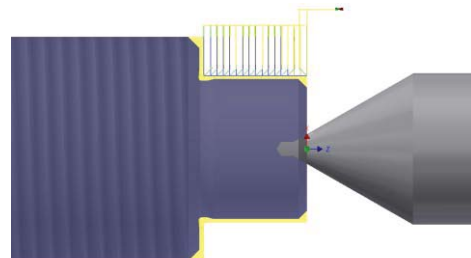


Fig. 16. Simularea schemei 2 de prelucrare pentru faza 30.2.PT1

În urma simulării cu ajutorul programului Inventor rezultă următoarele date cu privire la duratele fazelor din 30.2.PT1: schema 1: 24 secunde; schema 2: 31 secunde

În urma analizei rezultă că schema 1 este cea optimă, având timpul mai scurt cu aproximativ 7 secunde în comparație cu schema 2. Aceasta este folosită în calculul duratei operației.

4.1.2. Schemă de prelucrare pentru faza 30.3

Deoarece adaosul de prelucrare în faza 30.3 este mic rezultă o schemă de îndepărtare a adaosului de prelucrare (vezi figura 17).

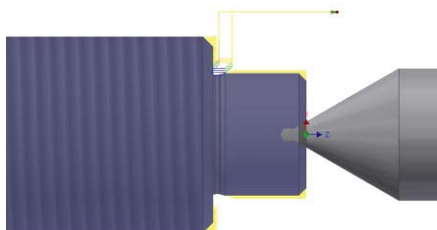


Fig. 17. Simularea schemei de prelucrare pentru faza 30.3.PT1

Pentru această fază, timpul obținut prin simulare a fost de: 22 secunde

4.1.3 Schemă de prelucrare pentru faza 30.4

Deoarece adaosul de prelucrare în faza 30.4 este mic rezultă o schemă de îndepărtare a adaosului de prelucrare (vezi figura 18).

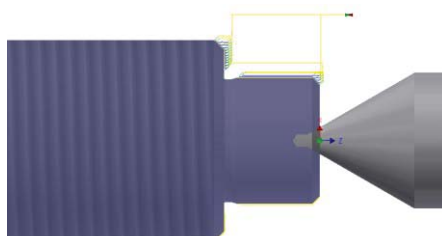


Fig. 18. Simularea schemei de prelucrare pentru faza 30.4.PT1

Pentru această fază, timpul obținut prin simulare a fost de: 36 secunde

4.1.4 Schemă de prelucrare pentru faza 30.5

Pentru filetare programul admite o singură schemă de prelucrare (vezi figura 19).

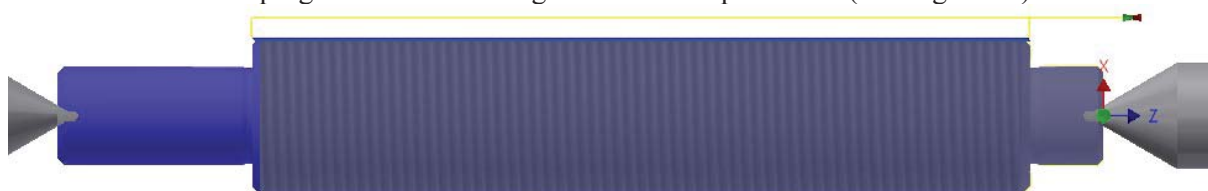


Fig. 19. Simularea schemei de prelucrare pentru faza 30.5.PT1

Timpul pentru această fază obținut prin simulare a fost de: 2,13 minute

În urma simulării tuturor fazelor și a selectării schemelor optime, timpul total pentru operația 30.PT1 afișat de program a fost de 3,37 minute

4.2. Optimizarea schemelor de prelucrare pentru fazele operației 40.PT2

4.2.1 Scheme de prelucrare pentru faza 40.2

Se analizează două scheme pentru faza 40.2 din operația 40.PT2. Îndepărtarea adaosului pentru prima schemă se face longitudinal cu adâncimea de așchiere de 1,2 mm (vezi figura 18).

Îndepărtarea adaosului pentru a doua schemă se face cu trecerile sculei dispuse perpendicular pe axa de rotație (vezi figura 19).

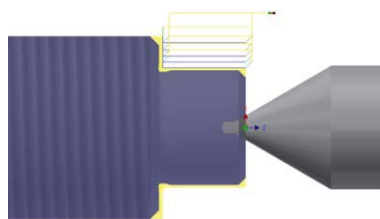


Fig. 18. Simularea schemei de prelucrare 1 pentru faza 40.2.PT2

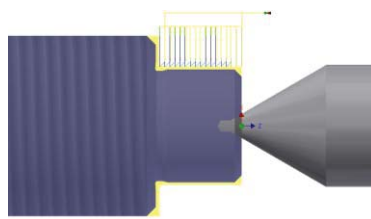


Fig. 19. Simularea schemei de prelucrare 2 pentru faza 40.2.PT2

Îndepărtarea adaosului pentru a treia schemă se face cu trecerile sculei dispuse după conturul piesei cu o adâncime de așchiere de 1,2 mm (vezi figura 19).

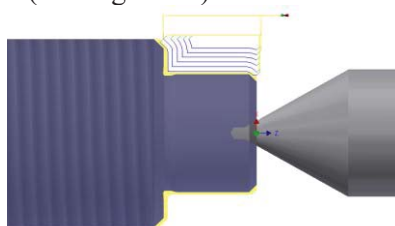


Fig. 20. Simularea schemei de prelucrare 3 pentru faza 40.2.PT2

În urma simulării cu ajutorul programului Inventor sunt generate următoarele date cu privire la duratele operațiilor din PT2:schema 1 : 26 secunde; schema 2 : 31 secunde; schema 3 : 28 secunde
În urma analizei rezultă că schema 1 este cea optimă, având un timp mai scurt cu aproximativ 2 secunde.

Schemele de prelucrare și timpii pentru fazele 40.3 ; 40.4 ; 40.5 din PT2 sunt identice ca în cazul fazelor 30.2 ; 30.3 ; 30.4 din PT1 . Rezultând timpul pentru operația 40 din PT2 este de 3,39 minute .

În urma simulării fazelor operațiilor din PT1 și PT2 folosind schemele de prelucrare optime alese s-a constatat ca nu se produc coliziuni între sculele de prelucrare cu mașina unealtă cu comandă numerică și cu echipamentele de prindere a semifabricatului.

5. Concluzii

În urma acestei simulări CAM și a modul de lucru, a permis variante optime pentru cea mai bună schemă de prelucrare a fazelor reprezentate.

În urma simulării optimizate în HSM au rezultat valorii apropiate față de cele proiectate anterior unde au fost folosite relații de calcul specifice. În urma acestei comparații a fost efectuată validarea tehnologică. Prin introducerea datelor pentru fiecare operație inclusiv schemele de prelucrare, nu au adus la apariția de coliziuni între scule și echipamente.

6. Bibliografie

- [1]. Banu G., Proiect Produse Procese și Sisteme 2, Universitatea Politehnica București, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Inginerie Economică Industrială 2019
- [2]. Dijimărescu M. (2017), note de curs : Proiectare Asistată de Calculator 1
- [3]. Inventor 2020 HSM meniul help
<http://help.autodesk.com/view/INVCAM/2020/ENU/?guid=GUID-25B71382-B155-4A3C-B1F8-B9931EA3DAA9>. Accesat la data 12/03/2020
- [4]. Peter De Strijker (2014): Hands-on: Inventor HSM Express 90 minutes Hands-on For Beginners <https://docplayer.net/32253236-Hands-on-inventor-hsm-express-minutes-hands-on-for-beginners.html> Accesat la data 22/03/2020
- [5]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk>. Accesat la data 14/02/2020
- [6]. <https://www.scan2cad.com/cnc/which-cnc-controller-software-should-i-use/>. Accesat la data 14/04/2020