

Tehnologii CAM/CNC

Student: Goncearov Artiom

Conducător: Sergiu Mazuru

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi
Departamentul Ingineria Fabricației

Admis la susținere
Șef de departament:
conf.dr. hab. Sergiu Mazuru
_____2021

Tehnologii CAM/CNC

Teză de master

Programul

Ingineria Produsului și a Proceselor în Construcția de Mașini

Student: _____ (Goncearov Artiom)

Conducător: _____ (Sergiu Mazuru)

Chișinău - 2021

Rezumat

Goncearov Artiom. Tehnologii CAM/CNC. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi; Departamentul Ingineria Fabricației; 2021. Teză de master: pag. 73, desene - 82, surse bibliografice - 74.

În lucrare sunt analizate Tehnologiile CAM-CNC, este de a contribui la formarea abilităților privind proiectarea rațională a proceselor tehnologice de prelucrare a produselor, bazată pe utilizarea pe larg a mașinilor unelte cu control numeric utilizând sistemele CAM. Tehnologia și programarea a mașinilor unelte cu control numeric, reprezintă un pas important în mecanizarea și automatizarea proceselor de prelucrare a pieselor, în special pentru îmbunătățirea calității produselor și creșterea indicilor de eficiență ai produselor de fabricație.

Summary

Goncearov Artiom. CAM / CNC technologies. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical, Industrial and Transport Engineering; Manufacturing Engineering Department; 2021. Master's thesis: page 73, drawings - 82, bibliographic sources - 74.

The paper analyzes CAM-CNC Technologies, is to contribute to the formation of skills for the rational design of technological processes of product processing, based on the widespread use of numerically controlled machine tools using CAM systems. The technology and programming of numerically controlled machine tools is an important step in the mechanization and automation of parts processing, especially for improving product quality and increasing the efficiency indices of manufacturing products.

Cuvinte cheie. Fabricarea Asistată de Calculator, Computer Numerical Control, manipulare, automatizare, prelucrarea în 5 axe, modelare CAD

Keywords. Computer Aided Manufacturing, Computer Numerical Control, handling, automation, 5 axis processing, CAD modeling

CUPRINS

1. Introducere. Tehnologii CAM/CNC.....	5
2. Tehnologia de manipulare în automatizare	7
2.1. Tehnologia sistemului de manipulare	7
2.2. Clasificarea sistemelor de manipulare	9
2.3. Cinematica și tipurile de roboți industriali	12
2.4. Tipuri de mișcări al roboților industriali	12
2.5. Comunicarea prin roboți industriali și echipament periferic.....	..15
3. Stadiul actual al programării roboților utilizați la fmc și fms de prelucrat piese prismatice	16
3.1. Conceptul de programare a roboților.....	.16
3.2. Principiile modelării 3D.....	27
3.3. Principalele soluții software folosite pentru modelarea 3D.....	.28
4.1. Aplicație cam-mastercam.....	38
4.2. Operații pregătitoare pentru prelucrarea CNC.....	.39
4.3. Informații utile pentru operatorul mașinii.....42
4.4. Pregătirea mașinii și a semifabricatului.....	42
5. Prelucrări pe mașini-unelte în 5 axe	
5.1. Tipuri de configurații de mașini-unelte CNC în cinci axe.....	44
5.2. Prezentare de strategii specifice prelucrărilor în cinci axe.....	47
5.3. Pașii necesari în programarea standard.....	51
5.4. Avantajele prelucrărilor în cinci axe.....	..56
5.5. Riscurile prelucrărilor în cinci axe.....	...59
6. Procesul de prelucrare prin frezare.....63

1. Introducere. Tehnologii CAM/CNC

Pentru programarea CNC eficientă, experiența este foarte importantă, dar adesea conduce la o atitudine conservatoare de genul „eu știu cel mai bine cum se prelucrează orice metal”. Avansul tehnologic face ca soluțiile să fie disponibile la cât mai multe companii și, astfel, suntem martori la schimbări majore în procesele de fabricație. Primii care se adaptează vor avea avantaje competitive serioase, cei care așteaptă să vadă ce se întâmplă vor realiza prea târziu ce oportunități au pierdut. Pentru programarea CNC eficientă, experiența este foarte importantă, dar adesea conduce la o atitudine conservatoare de genul „eu știu cel mai bine cum se prelucrează orice metal”. Avansul tehnologic face ca soluțiile să fie disponibile la cât mai multe companii și, astfel, suntem martori la schimbări majore în procesele de fabricație. Primii care se adaptează vor avea avantaje competitive serioase, cei care așteaptă să vadă ce se întâmplă vor realiza prea târziu ce oportunități au pierdut.

Există tendința de a investi foarte mult în mașini scumpe de producție și deseori acestea sunt folosite sub adevăratul lor potențial. Exploatarea eficientă a echipamentelor necesită o optimizare a întregului proces de fabricație. În acest proces atât soluția CAM cât și postprocesorul au un rol decisiv în îndeplinirea obiectivelor de cost, timp sau calitate. Înainte de a prezenta ce este un postprocesor CAM-CNC, este necesară clarificarea contextului și nevoia. Mașinile-unelte cu comandă numerică utilizează limbajul cod G (G-code), cunoscut și ca limbaj NC (NC code). Acesta este un limbaj destul de criptic, fiind conceput așa din cauză că inițial mașinile-unelte cu comandă numerică nu aveau foarte multă memorie la dispoziție.

Cu timpul, standardul și-a atins limitele, iar producătorii de mașini-unelte au decis să extindă, apoi să dezvolte propriile limbaje de programare pentru CNC-uri. În piață nu a existat o voce unică, astfel încât astăzi fiecare producător de echipament electronic de control pentru CNC oferă și susține versiunea proprie a limbajului de programare NC.

În anii '70-'80, apar primele soluții software pentru programarea asistată a mașinilor cu comandă numerică, generic cunoscute ca soluții software CAM (Computer Assisted Manufacturing). Acestea elimină erorile rezultate datorită programării manuale, permitteau realizarea de programe NC mai complexe, făcând astfel posibilă o programare mai eficientă a mașinilor-unelte.

Postprocesorul CAM-CNC este ca un driver pentru imprimante. Diferența este că pe când imprimantele sunt vândute în milioane de exemplare identice, mașinile-unelte sunt vândute cu opțiuni diverse, rareori existând două mașini identice. Chiar dacă două mașini sunt identice din punct de vedere mecanic, pot avea controllere diferite sau versiuni de software diferite sau opțiuni diferite active.

Majoritatea producătorilor oferă un număr de postprocesoare împreună cu kitul de instalare al software-ului CAM, dar acestea sunt insuficiente și în 99% din cazuri nu pot fi utilizate ca atare. Prima opțiune pentru utilizatorul final este să modifice un postprocesor CAM-CNC apropiat de nevoile sale, adică să creeze un nou postprocesor.

BIBLIOGRAFIE

1. Albu A., Morar L., Tăciulescu E., Tapalagă I. - *Bazele cercetării experimentale*, Editura Cluj-Napoca, 1984
2. Botez E., Moraru V., Ispas C. - *Mașini-unelte. Bazele teoretice ale proiectării Vol.3. Organologia și dinamică*. Editura tehnică București 1973
3. Bathe K.J. - *Finite elemente Methoden-Matrizen und lineare Algebra, die Methode der finiten Elemente, Lösung von Gleichgewichtsbedingungen und bewegungsgleichungen*, Springer Verlag, 1990
4. Baștiurea G. - *Comanda numerică a Mașinilor-Unelte*. Editura Tehnică 1976
5. But A., Urdea M., Tulvan D. - *Influența deformațiilor de contact ale corpurilor de rulare asupra funcționării rulmenților cu role utilizați în construcția arborilor principali*. Analele Universității din Oradea 1996
6. But A., Urdea M. - *Determinarea direcției de curgere a așchiei*. Analele Universității din Oradea 1996
7. Brana C., Brana V. - *Transmiterea informației numerice*
8. Botez E. - *Mașini unelte vol.II*. Automatica 1972, București
9. Bellman B., Becker F. - *Measuring tools Automaticallz In Industrial & Productin Eneering 13* (1989)
10. Baron T. - *Metode statistice pentru analiza și controlul producției*. Editura Didactică și pedagogică, București 1979
11. Constantin G., Minciu C. - *Conceptul modelării geometrice la mașini - Predinca H. Mașini-unelte cu comandă numerică. Construcția de mașini nr.7/1994*
12. Deaon L, Pavel Gh. - *Vibrații de mașini-unelte*. Editura dacia 1977
13. Dreucean A. - *Mașini-unelte și prelucrări prin așchiere*. Editura Didactică și pedagogică, 1968
14. Donaldson R. - *Error budgets Technology of machinen Tools vol VMachinen Tool Accuaracy* 1980
15. Gârbea D. - *Analiză cu elemente finite*. Editura Tehnică București 1990
16. Gheghea I. - *Exploatarea și întreținerea mașinilor-unelte cu comandă numerică*. București 1981
17. Hortman V., Lucas R. - *DNC-CNC in Werkstatt und Betrieb* 107 nr.8 1974
18. Hofman B., Hnida U. - *The Manufacture of Precision Components in Flexible Manufacturing, Cells. In Industrial & Production Engineering 14* 1990
19. Lungu I. - *Mașini-unelte cu comandă numerică și sisteme de prelucrare flexibile*. 1997

20. Lin P.D.& Ehmann K. - *Inverse Error Analysis for Multi-Axis Machines.* *trans.Am.Soc.mech.Eng.J. of Engineering for Industry*, 1996
21. Litvin F.L. - *Gear geometry and Applied Theory*, Prentice hall Englewood Cliffs N.J. 1984
22. Manoliu R., Vulpe C., Motoi R. - *Mașini agregate și linii automate*. Editura Tehnică București 1965
23. Oprean A. - *Fiabilitatea mașinilor-unelte*. Editura tehnică București, 1979
24. Pascaciu I. - *Elemente finite. Concepte-aplicații*. Editura Militară,
25. Reshetov D. - *Accuracy of machine tools*. ASME pres New York, 1988
26. Rusu E., Stuparu A., Chiliman A. - *Sisteme de comandă numerică prin calculator a mașinilor-unelte (CNC). În AMC vol 20A*. Editura Tehnică București, 1975
27. Spineanu U. - *Controlul automat al dimensiunilor în construcția de mașini*. Editura Tehnică 1980
28. Săndulescu Gh., Pătrașcu S. - *Concepții noi în realizarea sistemelor de măsurare pentru comanda numerică a mașinilor-unelte. Ridicarea preciziei sistemului echipament-mașină. În AMC vol.A 1975*
29. Stuparu A., Rusu E., Chiliman A. - *Comanda numerică directă (DNC) a mașinilor unelte. În AMC vol.20 București 1975*
30. Shah R. - *Numerical control Handbook*. IAMI NC GUIDE, Zurich, 1971
31. Shiraishi M. & Sato S. - *Dimensional and surface roughness controls in a turning operation.* *Trans.ASME J.Eng.Ind.*1990
32. Spur G. - *Integrarea calculatoarelor de proces la sistemele DNC și AC*. *Fertigungstechnik und Betrieb* nr.21, 1971
33. Tobias S.A. - *Machine - Tool Vibration*
34. Tamura A. - *On the Vibration Caused by Ball Diameter Differences in a Ball Bearing*. *Bul.pf JSME*, 1968
35. Urdea G. - *Mașini - Unelte și Agregate*. IPT
36. Varmin V.R. - *Vibrații i regimi rezania*. Ed. Mașinostronie Moskva 1972
37. Wiegand K. - *Spindellagerungen fur Werkzeugmaschinen mit Wolzlagen*. *Industrie Anzeiger* nr.44
38. Zapciu M., Minciu C., Predineea M. - *Metode de determinare experimentală a rigidității statice a mașinilor-unelte. Construcția de mașini nr.7/1994*
39. XXX - *Coordinate measuring machines*. AmericanMachinist SUA 1981
40. Mazuru Sergiu, Casian M and Scaticailov S 2017 *Adv. Mat. Res.* 112 01026
41. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat (Chișinău: Tehnica-UTM)*

42. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
43. Bostan I., Mazuru Sergiu Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției. Buletinul Institutului Politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc Iași 749–752
44. Bostan I Dulgheru V Glușco C and Mazuru Sergiu 2011 Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău: Bons Offices)
45. Mazuru S 2010 Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat (Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX) Fasc 2a)
46. Bostan I, Mazuru S and Botnari V 2011 CINETIC process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation Vadul lui Voda Moldova România)
47. Bostan I, Mazuru S. Vaculenco M and Scaticailov S Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating IX international congress “Machines Technologies Materials 2012” Varna Bulgaria Vol I.
48. Mazuru S.. Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. Thesis for: Doctor of Technical Sciences.2019, UTM. DOI:10.13140/RG.2.2.19477.76005
49. Iașchevici Vadim, Mazuru, Sergiu. Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova. Revista ”Intellectus” nr. 3/2014.
50. XXX - *MGF-Katalog Gleitlagen G.mbH*. Göttingen 1974
51. XXX - *STAS 8902-71 Mașini-unelte cu comandă numerică: axe și mișcări*
52. XXX - *STAS 8902-71 Mașini-unelte cu comandă numerică: terminologie*
53. XXX - *Cataloage încercări Strungul Arad*
54. XXX - *Machine tools manufacture- otomber 1997*
55. XXX - *Strungul paralel cu comandă numerică SP-NC*. ICPM UA.București 1974
56. XXX - *Mașini-unelte japoneze. Werkstatt und betrieb. nr.5, 1974*
57. XXX -*Description and operating instruction TYPE-K1 Machinability Computer*. Praga 1981
58. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for:Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.
59. Slătineanu L., Coteață M., Pop N., Mazuru S., Coelho A., Beșliu I. Impact phenomena at the abrasive jet machining. Nonconventional technologies Review , nr. 1, 2009, p.96-99.

60. Mazuru S. and Casian M., *Theoretical and experimental aspects concerning elastic behavior in the grinding technological system*, Advanced Materials Research, Vol. 1036 (2014) pp 286-291.;
61. Casian M. and Mazuru S., *A study concerning the workpiece profile after grinding process of precessional gear wheels*, Advanced Materials Research, Vol. 1036 (2014) pp 292-297.;
62. Chereches T, Lixandru P., Mazuru S., Cosovschi P. and Dragnea D. Numerical Simulation of Plastic Deformation Process of the Glass Mold Parts. Applied Mechanics and Materials Vol. 657 (2014) pp 126-132.;
63. Stanislav DUER, Radoslav DUER, Sergiu MAZURU. "Determination of the expert knowledge base on the basis of a functional and diagnostic analysis of a technical object" . Neconventional Tehnologies revieve volume XX no.2/2016 (2016). Timisoara Romania pp . 23-29, ISSN: 2359-8646;
64. Bostan I, Mazuru S. Vaculenco M and Scaticailov S Processes generating non-standard profiles variable convex- concav of precessional gear. Journal of Engineering Sciences and Innovation. Volume 5, Issue 2 / 2020, pp. 111-122.
65. Slatineanu L., Toca A., Mazuru S., Dodun O., & Coteata M. Theoretical Model of the Surface Roughness at the End Milling with Circular Tips Annals of DAAAM for 2008 & Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium, , Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2008, pp.1273-1274.
66. Bostan I., Mazuru Sergiu. Influence of the grinding parametrs on the characteristics of gears teeth outerlayer. First part. Proceedings of The 13th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Inovation IASI & Chisinau ModTech 2009.
67. Bostan I., Mazuru Sergiu. Influence of the grinding parametrs on the characteristics of gears teeth outerlayer. Second part. Proceedings of The 13th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Inovation IASI & Chisinau ModTech 2009.
68. Mazuru S. System reliability and optimization processing parametrs for its accuracy of elements. First part. The 14th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2010, 20-22 May, 2010 Slănic Moldova Romania.
69. Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation tehnology hardening chemical – heat. Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX). Fasc. 2a 2010
70. Slătineanu, L., Gonçalves-Coelho, A., Coteață, M., Uliuliuc, D., Grigoraș (Beșliu), I., Mazuru, S. Teaching students the basics of designing experimental research equipment. ICAD 2011. Proceedings of the 6th International Conference on Axiomatic Design. Editor: Mary Kathryn Thompson, KAIST, Daejeon, Republic of Korea, pag. 195-203.

71. Mazuru S., Scaticailov S. , Mazuru A. Some aspects of the nitriding process of parts in machine construction. Conference: 11th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies. Bucuresti, Romania IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012011.
72. Mazuru S., Scaticailov S. The role of the friction process in abrasive grain micro cutting technology. Conference: 11th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies. Bucuresti, Romania IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010.
73. Mazuru S., Scaticailov S. The role of the friction process in abrasive grain micro cutting technology. Conference: 11th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies. Bucuresti, Romania IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010. Ion Bostan, Sergiu Mazuru, S., Broșoveanu, V Rusu Patent no. 3531 MD. Dispozitiv pentru fixarea roților dințate conice. Publ. BOPI.
74. Ion Bostan, Sergiu Mazuru, Serrghei Scaticailov. Metodă de calcul a componente i radiale a forței de aşchiere la rectificarea angrenajelor. Conferința Științifică Internațională TMCR 2001, Chișinău., P. 280-283