

Testarea preciziei mașinilor-unelte CNC

Student:

Raciuc Andrei

Conducător:

conf. univ., dr. Gordelenco Pavel

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. univ., dr. hab. Sergiu Mazuru

”___,” _____ 2023

Testarea preciziei mașinilor-unelte

CNC

Teză de master

Programul
Ingineria Produsului și a Proceselor în Construcția de Mașini

Student: (Raciuc Andrei)

Conducător: (conf. univ., dr. Gordelenco Pavel)

Chișinău – 2023

Rezumat

RACIUC ANDREI. Testarea preciziei mașinilor-unelte CNC. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi; Departamentul Ingineria Fabricației; 2022. Teză de master: pag. 46, desene – 26, surse bibliografice – 58.

In lucrare a fost realizată o analiză bibliografică, s-a prezentat divizia manufacturing Intelligence a Hexagon. A fost realizată informația despre Sistem ScanArm, Quantum Max, Absolute Scanner AS1, Scanner HandySCAN BLACK. Prezentate exemple de evaluare a preciziei geometrice a unui CNC cu 5 axe. Monitorizarea preciziei mașini-unelte CNC. Analiza preciziei mașinii de frezat CNC. Lucrarea s-a finalizat cu concluzii.

Summary

RACIUC ANDREI. CNC Machine-tools Accuracy Testing. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical Engineering, Industrial Engineering and Transports; Department of Manufacturing Engineering, 2022. Master thesis: page 46; drawings – 26, bibliographic sources – 58.

In the paper, a bibliographic analysis was carried out, the Manufacturing Intelligence division of Hexagon was presented. The information about ScanArm System, Quantum Max, Absolute Scanner AS1, Scanner HandySCAN BLACK was made. Examples of evaluating the geometric precision of a 5-axis CNC are presented. Monitoring the precision of CNC machines. CNC Milling Machine Accuracy Analysis. The work was completed with conclusions.

Cuvinte cheie: mașini-unelte CNC, precizie geometrică, productivitate, controlul proceselor, dimensiuni, condiții tehnice, durata de realizare.

Keywords: CNC machines, geometric precision, productivity, process control, dimensions, technical conditions, completion time.

	Cuprins	pag
Introducere		7
Analiza bibliografică		9
Divizia Manufacturing Intelligence a Hexagon		10
Sistem ScanArm, Quantum Max		15
Absolute Scanner AS1		17
Scanner HandySCAN BLACK		22
Evaluarea preciziei geometrice a unui CNC cu 5 axe		25
Monitorizarea preciziei mașini-unele CNC		32
Analiza preciziei mașinii de frezat CNC		41
Concluzia		50
Bibliografie		52

Introducere

Etimologic, termenul a fost asimilat din limba franceză: *maintenir* = a conserva, a menține și *maintenance* = menținere. Până nu demult, dar și acum, activitățile legate de mentenanță (denumită, până relativ recent, întreținere) se realizau în două situații: conform planificării (pe baza experienței sau a statisticilor, conform specificațiilor din carte a mașinii) sau în caz de avarie.

Ambele situații prezintă o serie de dezavantaje:

- se înlocuiau componente chiar dacă starea lor funcțională era, încă, bună;
- aveau loc întreruperi accidentale ale funcționării, cu efecte asupra producției planificate sau contractate;
- puteau avea loc accidente. Înlăturarea efectelor acestora putea însemna:
- costurimari pentru repararea/înlocuirea și a altor componente avariate;
- pierderi de producție neprevăzute, cauzate de întreruperea accidentală a funcționării mașinii-unelte.

În cele ce urmează voi trata doar probleme legate de precizia mașinilor-unelte și de modul în care precizia se încadrează în preocupările legate de mentenanță. Acestea trebuie să li se adauge metode și mijloace de prevenire a unor situații critice, periculoase, prin măsurarea vibrațiilor, a temperaturilor etc.

Competiția de pe piața mondială a prelucrărilor impune îmbunătățirea performanțelor mașinilor-unelte CNC, pentru a realiza o productivitate mai mare, o calitate mai bună a piesei prelucrate și timpi morți mai mici [12]. Îmbunătățirea proceselor de producție înseamnă o prelucrare cu regimuri de așchiere mai intense (viteze de așchiere și de avans mai mari), controlul proceselor, care să aibă ca efect piese bune 24/24 și 7/7, cu utilizarea eficientă a utilajelor și a forței de muncă. Majoritatea producătorilor de vârf utilizează tehnici de ultimă oră pentru determinarea și îmbunătățirea performanțelor mașinilor-unelte. S-au elaborat proceduri și metode de verificare pentru a oferi certitudine utilizatorului că mașina-unealtă corespunde scopului [3].

Există, încă, opinii conform cărora odată aliniată, reglată o mașină-unealtă ea nu mai trebuie realiniată sau reglată geometric din nou. În exploatarea unei mașini-unelte sunt elemente care pot provoca erori mari de prelucrare, cum ar fi influența fenomenelor termice (interne sau externe mașinii). Din acest motiv, se recomandă verificarea (completă și complexă) a mașinii-unelte cel puțin o dată pe an [2], sau chiar lunar [3]. Din experiența unor firme de prestigiu și a autorului rezultă că „nu este pierdere de vreme” verificarea unor parametri de precizie care ar putea influența

performanțele unei piese de mare importanță (dimensiuni, condiții tehnice, durata de realizare/livrare, preț etc), înainte de prelucrarea propriu-zisă [3].

Înainte de luarea deciziei de a efectua verificări detaliate ale mașinii, trebuie să se pună întrebări, la care trebuie găsite răspunsuri, ca de exemplu:

- se obține rugozitatea așteptată;
- poziția alezajelor prelucrate este corectă și dacă acestea se prelucrează prin alezare sau prin interpolare;
- reglarea poziției piesei se face utilizând adaosuri;
- piese bune se obțin doar pe o anumită mașină și doar cu un anumit operator etc.

Bibliografie

1. <https://www.ttonline.ro/revista/masini-unelte/precizia-masinii-unelte-o-problema-de-mentenanta>
2. <https://www.ttonline.ro/revista/masini-unelte/precizia-masinii-unelte-o-problema-de-mentenanta>
3. <https://www.ttonline.ro/revista/calitate-control/scanare-pe-masini-unelte>
4. <https://www.ttonline.ro/revista/calitate-control/cel-mai-nou-sistem-tip-scanarm-de-la-faro-faro-quantum-max>
5. <https://www.ttonline.ro/revista/calitate-control/scanare-portabila-fara-limite>
6. https://get.creaform3d.com/lp-handyscan-3d/?aw_campaign=90.1.0+-+Search+-+Branded+-+RoEMEA+2+-+EN&network=g&aw_device=c&keyword=handyscan&creative=346094350503&matchtype=e&gclid=CjwKCAiAqaWdBhAvEiwAGAQLtsEFVIQbCsb3LtmxT2sqvmBvmkfvCmsBzaz4YDWXfAsmBUTp6FsZuBoCYCYQAvD_BwE
7. Grzegorz Bomba, Piotr Gierlak, 1Pratt & Whitney Rzeszów SA, 35-078 Rzeszów, Polonia, Facultatea de Inginerie Mecanică și Aeronautică, Universitatea de Tehnologie Rzeszów, 35-959 Rzeszów, Polonia
8. POSTĘPYNAUKI ITECHNIKI NR6, 2011, Matúš Košinár, Ivan Kuric Universitatea din Zilina, Departamentul de Automatizare și Sisteme de Producție, Zilina, Slovacă Republică
9. Richard Wolny „Analiza acurateții mașinii de frezat CNC cu 5 axe prin test circular standard și modificat”. *Mecanic*, Vol. 91, Nr. 10 (2018): paginile 822–824.
10. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
11. 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
12. Sergiu Mazuru, Metode și procedee de fabricare aditivă: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 144 p.
13. Adrian BUT, Sergiu MAZURU, Serghei Scaticailov Fabricația asistată de calculator: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 179 p.
14. Roman Somnic, Sergiu Mazuru. Analiza importanței și structura industriei constructoare de mașini. Tehnica UTM. 2013 pp. 378-380.
15. Mazuru Sergiu, Casian M and Scaticailov S 2017 Adv. Mat. Res. 112 01026

16. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat (Chișinău: Tehnica-UTM)
17. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
18. 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
19. Bostan I Dulgheru V Glușco C and Mazuru Sergiu 2011 Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău: Bons Offices)
20. 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)
21. Bostan I, Mazuru S and Botnari V 2011 Cinetic process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation Vadul lui Voda Moldova România)
22. 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.
23. Sergiu Mazuru. 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
24. Iațhevici Vadim, Mazuru, Sergiu. Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova. Revista ”Intellectus” nr. 3/2014.
25. Sergiu Mazuru, Bazele proiectării dispozitivelor: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2001. – 182 p.
26. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for:Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.
27. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for:Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.
28. 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.
29. 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.;
30. 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.;

31. 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.;
32. 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 revive* volume XX no.2/2016 (2016). Timisoara Romania pp . 23-29, ISSN: 2359-8646;
33. 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.
34. 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.
35. 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*.
36. 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*.
37. 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.
38. 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
39. 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.
40. 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.

41. 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.
42. Bostan I., Mazuru S. Cercetări experimentale ale angrenajelor precesionale cu modivicare de profil privind precizarea calculului de rezistență la contact. "INTELECTUS", AGEPI, Chișinău – 1999. Nr.2.
43. Scaticailov S., Bostan I., Mazuru S. Обработка профиля зубьев методом обкатки прецессирующим инструментом. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международный сборник научных трудов. Выпуск 13. Донецк, 2000, с. 156 - 159.
44. Scaticailov S., Bostan I., Mazuru S. Modelul de calcul a componentei radiale a forței de aşchiere la rectificarea angrenajelor//Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Vol. 3. Materialele Conferinței internaționale, Tehnica-Info, Chișinău, 2001, p. 280-283.
45. Scaticailov S., Toca A., Bostan I., Mazuru S. Unele particularități de rectificare a suprafețelor întrerupte//Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Vol. 3. Materialele Conferinței internaționale, Tehnica-Info, Chișinău, 2001, p. 284-287.
46. Scaticailov S., Toca A., Mazuru S. Sporirea preciziei de danturare prin alegerea corectă a dinților lirei de divizare//Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Vol. 3. Materialele Conferinței internaționale, Tehnica-Info, Chișinău, 2001, p. 368-272.
47. Bostan Ion, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei, Casian Maxim. Transmisie precesională. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 1116, BOPI Nr. 1/2017.
48. Bostan Ion, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei, Casian Maxim, Procedeu de reglare a jocului axial in angrenajul conic, Brevet de invenție de scurtă durată B.I. 1217. BOPI nr. 12/2017.
49. Bostan Ion, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei, Casian Maxim, Roată-satelit, Brevet de invenție de scurtă durată B.I. 4731. BOPI nr. 3/2019.
50. Bostan Ion, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei, Casian Maxim. Procedeu de prelucrare a dinților angrenajului precesional. Brevet de invenție B.I. 4700. BOPI nr. 07/2020.
51. Cercetarea preciziei de poziționare a turelei cu scule a mașinii-unelte cu CNC. Indicație metodică. I. Rușica, S. Mazuru. Editura Tehnica-UTM. 2016.
52. Programul Inginerie Inovationala și Transfer tehnologic. Indicație metodică. A. Toca. Rușica, S. Mazuru. Editura Tehnica-UTM. 2018.
53. Programul Tehnologia Construcțiilor de Mașini. Indicație metodică. A. Toca. Rușica, S. Mazuru. Editura Tehnica-UTM. 2018. .

54. Tehnologia construcțiilor de mașini. Indicații metodice. Parte 2. A. Toca. Rușica, S. Mazuru. Editura Tehnica-UTM. 2019.
55. 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 revive volume XX no.2/2016 (2016). Timisoara Romania pp . 23-29, ISSN: 2359-8646;
56. Bostan Ion, Mazuru Sergiu. 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.
57. Bostan Ion, Mazuru Sergiu & Casian Maxim. Axial adjustment method for precessional transmissions, TEHNOMUS jurnal. Nr. 17.2017. Suceava ISSN-1224-029X.
58. Mazuru S., S. Scaticailov. Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate /Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Dep. Tehnologia Construcțiilor de Mașini. – Chișinău : Tehnica-UTM, 2018. – 397 p. : fig., tab.