

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Concepte moderne de fabricatie în construcția
de mașini**

Student:

Buț Petru

Conducător:

A. Toca

Chișinău - 2018

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi
Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Masini

Admis la susținere
Șef de departament
conf.dr.Sergiu Mazuru

„_” _____ 2018

Concepte moderne de fabricatie în construcția de mașini

Teză de master

Student: _____ (Buț Petru)

Conducător: _____ (Toca Alexei)

Chișinău – 2018

REZUMAT

PETRU BUȚ. Concepte moderne de fabricație în construcția de mașini. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi; Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Mașini; 2018. Teză de master: pag. 90; desene - 26; tabele – 3, surse bibliografice – 73.

Lucrarea dată se referă la studiul esenței și efectelor implementării conceptelor moderne din domeniul fabricației în construcția de mașini pe trei direcții: tehnologiile ale etapelor ciclului de viață al produsului, suportul tehnico-tehnologic al tehnologiilor CVP, organizarea muncii și a întreprinderilor.

SUMMARY

PETRU BUȚ. Modern manufacturing concepts in machine building. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical, Industrial and Transport Engineering; Machine Building Technology Department; 2018. Master's thesis: page 90; drawings - 26; tables - 3, bibliographic sources - 73.

This paper refers to the study of the essence and effects of implementing modern concepts in the field of manufacturing in the construction of machines in three directions: technologies of the stages of the product life cycle, technical and technological support of CVP technologies, work organization and enterprises.

Cuvinte cheie. Produs, sisteme tehnice, fabricație, utilaj, scule, proces tehnologic, ciclul de viață.

Keywords. Product, technical systems, manufacturing, equipment, tools, technological process, life cycle.

Cuprins	pag
Introducere	7
1. Dezvoltarea conceptuală a fabricației	8
2. Concepte și instrumente asistate de calculator aplicate la etapele ciclului de viața al produsului	9
2.1. Concepția Constructivă Asistată de Calculator (CAD - Computer Aided Design)	9
2.2. Ingineria Asistată de Calculator (Computer Aided Engineering – CAE)	10
2.3. Concepția Proceselor de Fabricație Asistată de Calculator (Computer Aided Process Planning - CAPP)	11
2.4. Fabricația Asistată de Calculator (Computer Aided Manufacturing – CAM)	12
2.5. Calitatea Asistată de Calculator (Computer Aided Quality - CAQ)	13
2.6. Mentenanța Asistată de Calculator (Computer Aided Service – CAS)	13
2.7. Integrarea a instrumentelor asistate de calculator la etapele ciclului de viața al produsului	14
2.8. Managementul Datelor Produsului (Product Data Management – PDM)	14
2.9. Managementul Ciclului de Viață al Produsului (Product Life Cycle Management - PLM)	15
3. Concepte de îmbunătățire a activităților ciclului de viața al produsului	17
3.1. Desfășurarea Funcției Calitate (Quality Function Deployment – QFD)	17
3.2. Zero defecte (Poka Yoke)	21
3.3. Analiza modurilor de defectare, a efectelor și a criticității (Failure Mode and Effects Analysis FMEA)	22
3.4. Proiectarea pentru fabricabilitate (Design for Manufacturing -DFM)	25
3.5. Diagrama Cauză - Efect (Ishikawa)	26
3.6. Ingineria Concurrentială (Concurrent Engineering – CE)	28
3.7. Concepția și Dezvoltarea Integrată a Produsului și Proceselor (Integrated Product and Proces Development – IPPD)	30
4. Conceptul prelucrării la viteze mari (High Speed Machining – HSM)	33
5. Conceptul centralizării prelucrărilor și mașini unelte pentru realizarea lui	41
6. Scule și materiale de scule pentru prelucrarea la viteze mari	50
7. Conceptul prelucrării prin adăugare de material (Additive manufacturing)	56
7.1. Topirea selectivă cu laser (Selective Laser Melting - SLM)	57
7.2. Sinterizarea directă a metalelor cu laser (Direct Metal Laser Sintering - DMLS)	59
7.3. Modelarea fină cu laser controlată (Laser Engineered Net Shaping - LENS)	60
7.4. Topirea cu flux de electroni (Electro Beam Melting - EBM)	62

7.5. Tipărirea tridimensională (3D Printing – 3DP)	64
8. Concepte moderne ale sistemelor de fabricație	67
8.1. Sisteme de fabricație integrate de calculator (Computer Integrated manufacturing - CIM)	67
8.2. Arhitectura de sisteme deschise pentru fabricația integrată prin calculator (Open Systems Architecture for CIM - CIM-OSA)	69
8.3. Sistemele de fabricație holonice	71
8.4. Întreprinderea fractală	74
8.5. Întreprinderea extinsă/virtuală	76
8.6. Producția suplă (Lean Production)	79
8.7. Producția Agilă	80
8.8. Conceptul Industrie 4.0	82
Concluzii	84
Bibliografie	86

Introducere

Actualmente sistemele de producție sunt într-o profundă schimbare, datorită unei serii de factori externi și interni, schimbare ce converge spre o singură deviză: a realiza mai ieftin, produse de calitate bună, fără a polua.

Acești factori sunt rezultatul mondializării, al reducerii duratei de lansare pe piață a unui produs, cât și a duratei sale de viață, al luării în considerație a mediului înconjurător, al creșterii puterii informatice legate de rețelele de comunicație etc. Mondializarea piețelor se traduce prin deschiderea frontierelor concurenței cu o ofertă mai numeroasă, care sporește varietatea și reduce seriile de fabricație.

Pentru a rămâne competitive, întreprinderile trebuie să facă astăzi dovada unei foarte mari reactivități, răspunzând rapid la apariția unui produs concurent, transformând propriul său produs.

Pentru a câștiga în productivitate fabricanții au înțeles că un nou mod de organizare a procesului de concepție ar permite, pe de o parte, reducerea la maxim a întoarcerilor consumatoare de timp, iar pe de altă parte, o optimizare globală a produsului.

În sfârșit, un element cheie al evoluției acestor ultimi ani este dezvoltarea noilor tehnologii de informație și comunicație, care oferă posibilitatea fiecărui utilizator, de diferite profesii, să folosească programe adecvate, să lanseze aplicații la distanță, să folosească rețele de calculatoare pentru a micșora timpul de răspuns.

Abordarea globală a procesului de dezvoltare de noi produse este denumită inginerie integrată. Integrarea aici se referă la produs, la procesele și instrumentele de dezvoltare și fabricare a produsului (procesele ciclului de viață), la suportul tehnico-tehnologic, la organizarea muncii, la organizarea întreprinderilor, la criteriile de evaluare economică a soluțiilor aprobate, la aspectul social al producției etc.

Ingineria integrată este o metodologie care tinde să aducă spre amonte cunoștințele profesiilor care intervin în aval de proiectare, ca pregătirea fabricației, producția, comercializarea, și care ia în considerație restricțiile pe care acestea le generează. Ea implică participarea efectivă, de la primele faze de concepție, a specialiștilor diferitelor profesii. Pe scurt, concepția colaborativă sau co-concepția produselor și a proceselor asociate se desfășoară atât în spațiu, prin organizarea de întâlniri între experții diferitelor profesii, cât și în timp, prin organizarea mai degrabă paralelă decât succesivă a activităților.

Bibliografie

1. G. Drăghici. Ingineria integrată a produselor. Timișoara, Eurobit, 1999. – 214 p.
2. Informatii despre sisteme de productie, CIM, PPC, CAD, CAE, CAPP, CAM, CAP, CAQ, CAS. Disponibil la: <http://documents.tips/documents/informatii-despre-sisteme-de-productie-cim-ppc-cad-cae-capp-cam-cap-caq-cas.html>
3. Dezvoltarea sistemelor de productie. Disponibil la: <http://webpace.ulbsibiu.ro/ioan.bondrea/opt/capitolul1.pdf>
4. Understanding Product Data Management. Disponibil la: https://docs.oracle.com/cd/E16582_01/doc.91/e15128/und_pdm.htm#EOAPD00314
5. Managementul ciclului de viață al rodusului. Disponibil la: <http://documents.tips/download/link/managementul-ciclului-de-viata-al-produsului>
6. Concurrent Engineering. Disponibil la: <http://npdbook.com/introduction-to-stage-gate-method/concurrent-engineering/>
7. Metoda QFD (Quality Function Deployment). Detalierea functiei calitate. Disponibil la: <http://docslide.us/download/link/metoda-qfd-56c03ee46d86e>
8. Metode de asigurare a calității: Poka Yoke, QFD. Disponibil la: http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/mc/MC_curs_12_Calitate.pdf
9. Poka yoke. Disponibil la: <https://leanromania.wordpress.com/2011/05/03/poka-yoke-2/>
10. Aplicarea metodei FMEA pentru studiul calității. Disponibil la: <http://stiintasiinginerie.ro/wp-content/uploads/2013/12/37-APLICAREA-METODEI-FMEA-PENTRU-STUDIUL.pdf>
11. Design for Manufacturing – Guidelines. Disponibil la: <http://www.unm.edu/~bgreen/ME101/dfm.pdf>
12. Strato's Design for Manufacturing / Maintainability Process (DFM2). Disponibil la: <http://www.stratoinc.com/content/stratos-design-manufacturing-maintainability-process-dfm2>
13. What is Design for Manufacturing or DFM? Disponibil la: <HTTP://NEWS.EWMFG.COM/BLOG/MANUFACTURING/DFM-DESIGN-FOR-MANUFACTURING>
14. Managementul calității totale – TQM. Disponibil la: http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/mc/MC_curs_6_Calitate.pdf
15. Management Tools: Diagrama Ishikawa. Disponibil la: <http://www.deklausen.ro/articol.aspx?aid=54&cid=2>
16. The Principles of Integrated Product Development. Disponibil la: <http://www.npd-solutions.com/principles.html>

17. Mădălin-Gabriel Catană, Mihaela E. Lupeanu. Integrated Product Development. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/275028862_INTEGRATED_PRODUCT_DEVELOPMENT
18. Integrated Product and Process Development (IPPD). Disponibil la: <http://www.acqnotes.com/acqnote/careerfields/integrated-product-and-process-development>
19. Integrated Product and Process Development Key Tenets. Disponibil la: <http://www.npd-solutions.com/ippdtenets.html>
20. What is IPPD? Disponibil la: http://itq.ch/pdf/sepg/IPPD_202c.pdf
21. Mazak corporation. Disponibil la: <https://www.mazak.com/>
22. Makino corporation. Disponibil la: <https://www.makino.com/machine-tools/>
23. Hermle Machine Company, LLC. Disponibil la: <https://www.linkedin.com/company/hermle-machine-company-llc->
24. Fidia CNC. Disponibil la: http://www.fidia.it/en/prodotti_en.htm
25. Multi-axis Machines. Disponibil la: <https://www.dmgmori.co.jp/en/>
26. J. Kopac. Advanced tool materials for high-speed machining. Disponibil la: http://www.journalamme.org/papers_amme03/12221.pdf
27. Materiale Mineralo-Ceramice si Tehnologii de Prelucrare. Disponibil la: <http://studentiimeidetcn.blogspot.com/2005/04/materiale-mineralo-ceramice-tehnologii.html>
28. Berce P., Balc N., Caizar C. si altii. Tehnologii de fabricatie prin adaugare de material si aplicatiile lor. Bucuresti, Editura Academiei Romane, 2014. – 387 p.
29. P. Berce, N. Bâlc, M. Ancău ș.a. Fabricarea rapidă a prototipurilor. București, Tehnica, 2000. – 160 p.
30. N.-D., Ciobota Gh.-I. Gheorghe, A. Moldovanu. Rapid prototyping - tehnologie avansata implementata in industria de mecatronica. Disponibil la: <http://www.agir.ro/buletine/818.pdf>
31. E. Haba, V. Velter. Îndrumar pentru crearea unei întreprinderi virtuale autentice în România. Analele Universității “Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, Seria Economie, Nr. 3/2011.
32. Principii Lean. Disponibil la: <https://leanromania.wordpress.com/principii-lean/>
33. Bucket Brigades. Disponibil la: <https://leanromania.wordpress.com/instrumente-lean/bucket-brigades/>
34. Management vizual. Disponibil la: <https://leanromania.wordpress.com/instrumente-lean/management-vizual/>
35. Muda (cele 7 pierderi definite de Ohno). Disponibil la: <https://leanromania.wordpress.com/instrumente-lean/muda/9>. Alexei Toca. Cu privire la rolul nivelului tehnic al sistemelor de producție în construcția de mașini. Culegere de lucrări

- științifice Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Vol. 5. Tehnica-Info, Chișinău, 1999, p. 202-206
36. Alexei Toca. Aspecte ale formării proprietăților funcționale ale produselor Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LIV, Fascicula 1-3, Secția Construcția de Mașini, Iași, 2008, p. 337 - 340
37. Alexei Toca. Considerații privind conceptul mediului tehnologic flexibil Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula Va, Secția Construcția de Mașini, Iași, 2006, p. 411 – 414
38. Tatiana Nițulenco, Alexei Toca, Iurie Ciofu. Materiale inteligente. Aspect funcțional. Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Culegere de lucrări științifice. Chișinău, 2007, V. 1, p. 536-539. ISBN 978-9975-45-034-8, ISBN 978-9975-45-035-5
39. Tatiana Nițulenco, Alexei Toca, Iurie Ciofu. Modelarea proprietăților materialelor inteligente Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LIV, Fascicula 1-3, Secția Construcția de Mașini, Iași, 2008, p. 333 - 336
40. Alexei Toca. About the mutual influence of design and technological dimensional structures at creation of the optimum technological processes to machining. Proceedings of the 14th International Conference “Modern Technologies, Quality and Innovation – ModTech 2010”, Slanic Moldova, Romania, 2010, ISSN 2066 – 3919, pp. 623 – 626
41. Iurie Ciofu, Tatiana Nițulenco, Ioan-Lucian Bolunduț, Alexei Toca. Studiul și Ingineria Materialelor (materiale metalice). Chișinău U.T.M., 2012. -467 p.
42. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for: Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.
43. 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.
44. 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.;
45. 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.;
46. 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.;
47. 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;
48. 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.
 49. 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.
 50. 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.
 51. 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.
 52. 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.
 53. 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
 54. 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.
 55. 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.
 56. 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.
 57. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)

58. 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
59. Sergiu Mazuru, *Metode și procedee de fabricare aditivă*: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 144 p.
60. Adrian BUT, Sergiu MAZURU, Serghei Scaticailov *Fabricația asistată de calculator*: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 179 p.
61. Roman Somnic, Sergiu Mazuru. *Analiza importanței și structura industriei constructoare de mașini*. Tehnica UTM. 2013 pp. 378-380.
62. Mazuru Sergiu, Casian M and Scaticailov S 2017 *Adv. Mat. Res.* 112 01026
63. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat* (Chișinău: Tehnica-UTM)
64. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 *Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei* (Chișinău: Tehnica-UTM)
65. 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
66. Bostan I Dulgheru V Glușco C and Mazuru Sergiu 2011 *Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale* (Chișinău: Bons Offices)
67. 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)
68. 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)
69. 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.*
70. 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
71. Iațhevici Vadim, Mazuru, Sergiu. *Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova*. Revista ”Intellectus” nr. 3/2014.
72. Sergiu Mazuru, *Bazele proiectării dispozitivelor*: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2001. – 182 p.

73. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for: Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.