

Fabricarea aditivă. Tehnologii, produse și materiale

Student: Rață Igori

Conducător: conf. dr. Alexei Toca

Chișinău – 2020

Ministerul Educației, Culturii 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. Rodion Ciuperca

23" decembrie 2019

Fabricarea aditivă. Tehnologii, produse și materiale

Teză de master

Ingineria Produsului și a Proceselor în

Construcția de Mașini

Student: Rata (Rata Igori)

Conducător: AT (Alexei Toca)

Chișinău – 2019

Rezumat

RAȚĂ IGOR. Fabricarea aditivă. Tehnologii, produse și materiale. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi; Departamentul Ingineria Fabricației; 2020. Teză de master: pag. 77, desene – 77, surse bibliografice – 86.

În lucrare este expusă fabricarea directă prin adăugare de material care este un nou concept în evoluția tehnicii de fabricație. Ideea constă în obținerea avantajelor fabricării convenționale cum ar fi (serie de producție ridicată, cost unitar scăzut, interschimbabilitatea obiectelor, controlul calității etc.). Se poate în acest caz de evitat simultan dezavantajele asociate lucrului cu instrumente specifice (scule de aschiat, matrite etc.). Alt aspect denotă faptul că tehnologia aditivă este următorul pas în dezvoltarea evolutivă a tehnologiei de fabricație. Acest pas implică o inovație suplimentară în tehnologia informației (IT) și integrarea acesteia în fabricație. Tehnologia aditivă duce până la punctul în care mașinile controlate de computer pot genera produse gata și funcționale direct din informațiile din calculator prin fișiere digitale, adică direct de la „planuri electronice”.

Summary

RAȚĂ IGOR. Additive manufacturing. Technologies, products and materials. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical, Industrial and Transport Engineering; Department of Manufacturing Engineering; 2020. Master's thesis: page 77, drawings – 77, bibliographic sources – 86.

Direct manufacturing by adding material is exposed in the work, which is a new concept in the evolution of manufacturing techniques. The idea was to obtain the advantages of conventional manufacturing such as (high production series, low unit cost, interchangeability of objects, quality control, etc.). In this case, the disadvantages associated with working with specific tools (chipping tools, molds, etc.) can be simultaneously avoided. Another aspect denotes the fact that additive technology is the next step in the evolutionary development of manufacturing technology. This step involves further innovation in information technology (IT) and its integration into manufacturing. Additive technology leads to the point where computer-controlled machines can generate finished and functional products directly from computer information via digital files, i.e. directly from "electronic blueprints".

Cuvinte cheie. produs-proces, fabricare aditivă, adăugare de material, formarea suprafețelor libere, prototipare, injectia materialului, 3D Printing.

Keywords. product-process, additive manufacturing, adding material, forming free surfaces, prototyping, material injection, 3D Printing.

CUPRINS

Întroducere	7
1. Evolutia fenomenului “Fabricarea Aditiva” (Additive Manufacturing)	8
2. Procese de fabricare aditiva in baza materiei prime in stare lichida	10
2.1. Stereolitografia (SLA)	10
2.2. Proces hibrid bazat pe injectia materialului in stare lichida (POLYJET)	12
2.3. Proces de prototipare bazat pe inghetarea rapida a lichidului	14
3. Procese bazate pe materia prima in stare solida	14
3.1. Fused Deposition Modeling (FDM) – depunere prin extrudarea materialului	15
3.2. Laminated Object Manufacturing (LOM) - Proces bazat pe laminarea in straturi si taierea pe contur	17
3.3. Ultrasonic Consolidation Process (UC) - proces de sudare ultrasonica in straturi	19
4. Procese care folosesc pulberi in calitate de materie prima	20
4.1. Selective Laser Sintering (SLS) - sinterizarea selectivă cu laser	20
4.2. Selective Laser Melting (SLM) - topirea selectiva cu laser	23
4.3. Direct Metal Laser Sintering (DMLS) - sinterisarea directa a metalelor cu laser	25
4.4. Laser Engineered Net Shaping (LENS) - modelarea controlata fina cu laser	26
4.5. Electro Beam Melting (EBM) - topirea cu flux de electroni	28
4.6. 3D Printing (3DP) - tiparirea tridimensionala	29
5. Proiectarea pentru fabricația aditivă. Tendințe, oportunități, considerații și constrângeri	31
5.1. Fabricarea aditiva ca domeniu de proiectare constructiv-tehnologica	31
5.2. Proiectarea pentru fabricația aditivă	35
5.3. Oportunitățile de proiectare, beneficiile AM	37
5.4. Restricții și considerente de calitate în Design pentru AM	50
Concluzii	63
Bibliografie	64

Introducere

Fabricarea extractivă bazată pe aschiere încă nu și-a epuizat rezervele și nu a cedat pozițiile dominante. Dar, în momentul de față se dezvoltă puternic și tehnologiile de fabricare aditivă inițial dezvoltate în sensul prototipării rapide.

Fabricarea directă prin adăugare de material este un nou concept în evoluția tehnicii de fabricație. Ideea constă în obținerea avantajelor fabricării convenționale cum ar fi (serie de producție ridicată, cost unitar scăzut, interschimbabilitatea obiectelor, controlul calității etc.). Se poate în acest caz să evită simultan dezavantajele asociate lucrului cu instrumente specifice (scule de aschiat, matrite etc.). Alt aspect denotă faptul că tehnologia aditivă este următorul pas în dezvoltarea evolutivă a tehnologiei de fabricație. Acest pas implică o inovație suplimentară în tehnologia informației (IT) și integrarea acesteia în fabricație. Tehnologia aditivă duce până la punctul în care mașinile controlate de computer pot genera produse gata și funcționale direct din informațiile din calculator prin fișiere digitale, adică direct de la „planuri electronice”. Astfel, nu mai este nevoie de munca intermediară cu utilaje intermediare. Evoluția automatizării bazate pe IT în tehnologia de fabricație are un caracter mai degrabă continuu, decât o serie de etape discrete. În acest sens cuvântul „etapă” utilizat mai sus este o convenție.

În timp ce practica de producție convențională a continuat să reducă drastic nevoia de calificare umană și timp de muncă pe unitatea de producție a bunurilor finite, acestea nu au eliminat-o. Au eliminat o bună parte din ea și au transferat o altă porțiune - în sala de instrumente. Ultimul transfer a fost adesea numit „înglobarea abilității în mașină-unealtă”.

Fabricația directă și instantanee are ca scop îmbunătățirea performanțelor folosind IT-ul pentru a reduce la maximum necesitatea timpului de muncă uman calificat sau mai puțin necalificat.

Notiunea de hale ale fabricii se referă mai mult la birourile specializate ale angajaților.

Bibliografie

1. 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.
2. Артемьев А. Обзор систем быстрого прототипирования. Disponibil la: <http://www.cad.dp.ua/obzors/obzor3Dprint.php>
3. Joseph J. Beaman, Clint Atwood, Theodore L. Bergman, David Bourell, Scott Hollister. WTEC Panel Report on Additive/Subtractive Manufacturing Research and Development in Europe. Disponibil la: www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA466756
4. P. Berce, N. Bâlc, M. Ancău ș.a. Fabricarea rapidă a prototipurilor. București, Tehnica, 2000. – 160 p.
5. Master in Bioingineria protezarii.Tehnici CAD/CAM. Curs. Disponibil la: <http://www.umfiasi.ro/masterate/Suporturi%20de%20curs/Facultatea%20de%20Bioinginerie/Cursuri%20si%20LP-uri%20Tehnici%20CAD-CAM/Cursul%2012.pdf>
6. Prototiparea rapidă. Disponibil la: <http://documents.tips/download/link/prototiparea-rapida>
7. G. Drăghici. Ingineria integrată a produselor. Timișoara, Eurobit, 1999. – 214 p.
8. John Newman. Fabrisonic Produces Industrial 3D Printing Systems. Manufacturers, Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM), June 27, 2012. Disponibil la: <http://www.rapidreadytech.com/2012/06/fabrisonic-produces-industrial-3d-printing-systems/>
9. 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>
10. Selective Laser Melting (SLM). Disponibil la: <http://www.popular3dprinters.com/selective-laser-melting-slm/>
11. Selective laser melting to produce aerospace components. ASM International , June 01, 2014. Disponibil la: http://www.asminternational.org/web/tss/news-/journal_content/56/10180/19218320/NEWS
12. Direct Metal Laser Sintering (DMLS) for Additive Manufacturing. Disponibil la: <http://www.meddeviceonline.com/doc/direct-metal-laser-sintering-dmls-for-additive-manufacturing-0001>
13. Rușica I., Ciobanu A., Mazuru S. Ingineria sistemelor de producere. Lucrări practice.// Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2004.
14. Nonlinear Heat Transfer Analysis of The Laser Deposition Process. Disponibil la: <http://www.adina.com/newsgH68.shtml>
15. Laser Engineered Net Shaping. Disponibil la: <http://www.sandia.gov/mst/technologies/net-shaping.html>
16. Ciobanu A. , Toca A., Mazuru S. Stagii de practică, Programa și Indicațiile metodice// Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2005.
17. Sergiu Mazuru. Proiectarea dispozitivelor și verificatoarelor. Programul cursului, sarcinile și indicațiile metodice pentru elaborarea lucrării de verificare. // Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2006.
18. Описание технологии прототипирования 3D печать. Disponibil la: http://mkb.mami.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=7
19. Imprimanta 3D – tehnologia ce va aduce cea de-a doua Revoluție Industrială. Disponibil la: <http://www.descopera.ro/lumea-digitala/9208385-imprimanta-3d-tehnologia-ce-va-duce-cea-de-a-doua-revolutie-industriala>

20. Быстрое прототипирование. Disponibil la: <http://www.ap-proekt.ru/bystroe-prototipirovanie.htm>
21. Thompson, M. K. E all. Design for Additive Manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and Constraints. C I R P Annals, DOI:10.1016/j.cirp.2016.05.004
22. Williams, S. W., Martina, F., Addison, A. C., Ding, J., Pardal, G., Colegrove, P., 2015, Wire + Arc Additive Manufacturing, Materials Science and Technology.
23. Suryakumar, S., Karunakaran, K. P., Bernard, A., Chandrasekhar, U., Raghavender, N., Sharma, D., 2011, Weld bead modeling and process optimization in hybrid layered manufacturing. Computer-Aided Design, 43(4), 331-344.
24. Campbell, R. I., Jee, H., Kim, Y. S., 2013, Adding product value through additive manufacturing. Proceedings of 19th International Conference on Engineering Design (ICED 2013), pp. 259 - 268.
25. Pereu E. Mazuru S. Programul cursului, sarcinile și indicațiile metodice pentru efectuarea lucrării de control la “Metode și procedee de prelucrare mecanică” // Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2006.
26. 3D Systems Inc, 2015, ProJet® 3510 CPX 3D Printer a Gem to Uptown Diamond & Jewelry, http://www.3dsystems.com/sites/www.3dsystems.com/files/uptown_diamond_case_study.pdf
27. Toca A. , Mazuru S. Reglarea mașinii de frezat vertical pentru prelucrarea aplanării. Îndrumar metodic pentru lucrări de laborator nr. 6 // Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2006.
28. Materialise NV, 2015, Kipling: No Monkey Business, <http://www.materialise.com/cases/kipling-no-monkey-business>
29. EOS GmbH, 2015, EADS and EOS - Study demonstrates savings potential for DMLS in the aerospace industry, http://www.eos.info/case_studies/download/aerospace_eads.pdf
30. Kasperovich, G., & Hausmann, J., 2015, Improvement of fatigue resistance and ductility of TiAl6V4 processed by selective laser melting. Journal of Materials Processing Technology, 220, 202-214.
31. Cremascoli, P. and Ohldin, P., 2009, Series production of CE-certified orthopaedic implants with integrated network structures for improved bone ingrowth, In Innovative Developments in Design and Manufacturing: Proceedings of the 4th International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping, CRC Press.
32. Harrison, N., McHugh, P. E., Curtin, W., Mc Donnell, P., 2013, Micromotion and friction evaluation of a novel surface architecture for improved primary fixation of cementless orthopaedic implants. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 21, 37-46.
33. Watts, D. M., Hague, R. J., 2006, Exploiting the design freedom of RM, Proceedings of the 17th SFF Symposium.
34. Hao, L., & Raymond, D., 2011, Design and additive manufacturing of cellular lattice structures. In The International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping (VRAP). Taylor & Francis Group, pp. 249-254.
35. Rumpf, R. C., Pazos, J., Garcia, C. R., Ochoa, L., Wicker, R., 2013, 3D printed lattices with spatially variant self-collimation. Progress in Electromagnetics Research, 139, 1-14.
36. Cali, J., Calian, D. A., Amati, C., Kleinberger, R., Steed, A., Kautz, J., Weyrich, T., 2012, 3D-printing of non-assembly, articulated models. ACM Transactions on Graphics (TOG),

31(6), 130.

37. Yasa, E., Kruth, J. P., & Deckers, J., 2011, Manufacturing by combining selective laser melting and selective laser erosion/laser re-melting. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 60(1), 263-266.
38. Leary, M., Merli, L., Torti, F., Mazur, M., & Brandt, M., 2014, Optimal topology for additive manufacture: A method for enabling additive manufacture of support-free optimal structures. *Materials & Design*, 63, 678-690.
39. Бостан И., Мазуру С.Г. Повышение нагрузочной способности зубчатых колес с нестандартным и профилем технологическим способностям. Город Севастополь, сборник трудов XV, Машиностроение и техносфера XXI века, Том 2. Doneţk, 2009 ISBN 966 – 7907-25-2.
40. 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.
41. 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.
42. Мазуру С. Г. Математическое моделирование кинематики процесса зубошлифования. Машиностроение и техносфера XXI века Том 5. Donetsk, 2006.
43. Bostan I., Mazuru S., Contribuţii la studiul stratul superficial în urma rectificării danturii (partea I.) Buletinul institutului politehnic Iaşi, Tomul LII, Fascicula Va, Secţia Construcţia de Maşini, Iaşi.
44. Bostan I., Mazuru S., Contribuţii la studiul stratul superficial în urma rectificării danturii (partea II.) Buletinul institutului politehnic Iaşi, Tomul LII, Fascicula Va, Secţia Construcţia de Maşini, Iaşi.
45. P. Topala, V. Besliu, R. Surugiu, D. Luca, S. Mazuru. Applying graphite pellicles formed by electrical discharges in impulse to improve the exploitation performances of metal surfaces – FIZICĂ ŞI TEHNICĂ: Procese, modele, experimente, nr. 2, 2012.
46. Bostan I., Mazuru S., Toca A., Casian M. Axial adjustment method for precessional transmissions. *Tehnomus Journal. new technologies and products in machine manufacturing technologies*. Nr. 1. 2017 p. 30 -36.
47. 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*.
48. Bostan I., Trifan N, Mazuru S. Metode constructive de asigurare a calităţii pieselor de tip roată dinţată. Buletinul institutului politehnic Iaşi, tomul LIV, Fascicula Vc, Iaşi, 2004, p. 757–760.
49. Bostan I., Mazuru S. Aprecierea calităţii organelor de maşini la etapa de pregătire tehnologică a producţiei. Buletinul institutului politehnic Iaşi, tomul LIV, Fascicula Vc, Iaşi, 2004, p. 749–752.
50. Bostan I., Dulgheru V., Țopa M., Mazuru S. Dentiton de l’engrenage precesionel a profil modifie. Buletinul Institutului Politehnic din Iaşi, tomul XLVI (L), supliment I, pag. 17-22. 2000.

51. Bostan I., Vaculenco M, Mazuru S. Method, standards and the equipment for energetic indexes research of the rectification process. Buletinul institutului politehnic. Iași, tomul XLVIII, Supliment I, Iași, 2002, p. 37 – 40.
52. Bostan I., Vaculenco M., Mazuru S. Method and the equipment at the research of the rectification process temperature. Buletinul institutului politehnic. Iași, tomul XLVIII, Supliment I, Iași, 2002, p. 41 – 44.
53. Scaticailov S. Mazuru S. L'efficacitate de la rectification de la force et de la vitesse. Buletinul institutului politehnic Iași, tomul XLVIII, Supliment I, Iași, 2002, p. 237 – 240.
54. Bostan I., Toca A., Scaticailov S., Mazuru S. Cercetarea variației secțiunii transversale teoretice a așchiilor dintre sculă și roată dințată conică recesională la rectificarea și frezare. Buletinul Institutului Politehnic Iași, tomul LIV, Fascicula Vc, Iași, 2004, p. 753 – 756, ISSN 1011-2855, ISSN 1011-2855.
55. Mazuru Sergiu. Contribuții la studiul stratului superficial în urma rectificării danturii (Partea I). Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula V- a, Secția Construcția de Mașini, Iași.
56. Vadim Iațhevici, Sergiu Mazuru. Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova. Revista Intellectus. 3/2014, p. 68-72.
57. Topală, V. Besliu, R. Surugiu, D. Luca, S. Mazuru. Applying graphite pellicles formed by electrical discharges in impulse to improve the Republic of Moldova. Revista Intellectus. 3/2014, p. 68-72.
58. 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,
59. Скатицайлов С.В., Мазуру С.Г., Ботнаръ. В. А. Моделирование процесса шлифования с оценкой производительности, стойкости инструмента и качества обработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XVII международной научно-технической конференции. Том 2, 2010, Донецк, .
60. Bostan I., Mazuru S., Botnari V. Kinetic process of teeth grinding. The 15th International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation. ModTech 2011, 25-27 May, 2011, Vadul lui Voda, Moldova – România,
61. Скатицайлов С.В., Мазуру С.Г., Мазуру А. С. Экспериментальные исследования поверхностного слоя зубьев зубчатых колес в зависимости от условий шлифования, стойкости инструмента и качества обработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2, 2012, Донецк,
62. Мазуру С.Г., Метельский В. Обеспечение точности базирования интегрированием погрешностей технологической базы. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2. 2011, Донецк,
63. Мазуру С.Г. Механизм образования составляющих кинематической погрешности зубчатого колеса при химико-термической обработке. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2. 2011, Донецк, ISSN 966-7907-20-1.

64. Бостан И., Мазуру С.Г., Касиан М. С. Оптимизация параметров точности элементов технологических систем операций зубообработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 1 2012, Донецк.
65. Casian M., Mazuru S., Scaticailov S. Contributions to increase safety of operating equipment tehnology gear. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 3 2012.
66. Metelski V. Mazuru S., Constructive metods to ensure the accuracy of tehnological-quality indicators gears. The 16th International Confercence Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2012, 24-26 May, 2012, Sinaia, Romania.
67. Bostan I., Mazuru S., Vaculenco M., Scaticailov S. Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating. IX international congress "Machines, Technologies, Materials 2012", Varna, Bulgaria, 2012, Vol. I. .
68. Botnari Vlad, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei și Mazuru Alexandru. Sposob i ustroistvo dlia uprociniaiușei obrabotchi s naneseniem pocrîtii poverhnostnogo sloia yubiev yubcatih coles. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XX международной научно-технической конференции. Том 2, 2013, Донецк.
69. Maxim Vaculenco, Sergiu Mazuru, Serghei Scaticailov, Ion Bostan. Process for machining of gearwheels consists, <http://www.euroinvent.org/cat/e2019.pdf>, p.179.
70. Pavel Cosovschi, Sergiu Mazuru, Device for glassware moulding by vacuum suction method. <http://www.euroinvent.org/cat/e2019.pdf>, p. 180.
71. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for:Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366
72. Bostan I., Oprea A.,Mazuru S. Botezatu A.Perspectivete utilizarii transmisiilor precesionale in utilaj tehnologic. Tehnologii, calitate, mașini, Materiale. A III-a conferinta de dispozitive de prelucrare, control, asamblare. Bucuresti, 1995.
73. Bostan I., Mazuru S., Casian M., Method of axial adjustment for precessional transmissions. MATEC Web of Conferences 178:06024, . DOI: [10.1051/mateconf/201817806024](https://doi.org/10.1051/mateconf/201817806024), 2017.
74. Scaticailov S. , Mazuru S., Stingaci I. Grinding of the gears with high depth processing. MATEC Web of Conferences 112:01019. DOI: [10.1051/mateconf/201711201019](https://doi.org/10.1051/mateconf/201711201019), 2017.
75. Scaticailov S. ,Mazuru S., Casian M. The processing accuracy of the gear. MATEC Web of Conferences 112:01026. DOI: [10.1051/mateconf/201711201026](https://doi.org/10.1051/mateconf/201711201026), 2017
76. Botnari Vlad, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei și Mazuru Alexandru. Sposob i ustroistvo dlia uprociniaiușei obrabotchi s naneseniem pocrîtii poverhnostnogo sloia yubiev yubcatih coles. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XX международной научно-технической конференции. Том 2, 2013, Донецк.
77. Scaticailov S. , Mazuru 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.
78. Scaticailov S., Mazuru 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.

79. Toca Alexei, Mazuru Sergiu. Cadrul calificărilor în domeniul de formare profesională. 521-inginerie și tehnologii industriale. Partea II. În Cul. CȘI Iași-Chișinău „Tehnologii Moderne Calitate Restructurare”, 31 mai-3 iunie 2007.
80. 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;
81. Scaticailov S. , Mazuru S., Casian M. One of the methods for grinding a gear ring and changing the design of the precessional transmission. Conference: International Workshop on Surface Engineering & 5th International Workshop on Applied and Sustainable Engineering At:, <http://www.workshop.tu.koszalin.pl/2018/abstracts.html>.
82. Скатицайлов С.В., Мазуру С.Г., Мазуру А. С. Экспериментальные исследования поверхностного слоя зубьев зубчатых колес в зависимости от условий шлифования, стойкости инструмента и качества обработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2, 2012, Донецк,
83. Бостан И., Мазуру С.Г., Касиан М. С. Оптимизация параметров точности элементов технологических систем операций зубообработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 1 2012, Донецк,
84. Casian M., Mazuru S., Scaticailov S. Contributions to increase safety of operating equipment technology gear. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 3 2012, Донецк,
85. Metelski V., Mazuru S. Constructive methods to ensure the accuracy of technological-quality indicators gears. The 16th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2012, 24-26 May, 2012, Sinaia, Romania.
86. Bostan I., Mazuru S., Vaculenco M., Scaticailov S. Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating. IX international congress “Machines, Technologies, Materials 2012”, Varna, Bulgaria, 2012.