

Финишные и отделочные методы обработки деталей машин

Teză de master

Student:

Alexandr Corceș

Conducător:

conf. univ., dr. hab. Sergiu MAZURU

Chișinău - 2024

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

”___,” 2024

Финишные и отделочные методы обработки деталей машин

Teză de master

Programul

Ingineria Produsului și a Proceselor în Construcția de Mașini

Student:

Alexandr Corcev

Conducător:

conf. univ., dr. hab. Sergiu MAZURU

2024

Rezumat

Alexandr Corcev. Metode de finisare și netezire pentru prelucrarea pieselor de mașini
. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi;
Departamentul Ingineria Fabricatiei; 2023. Teză de master: pag. 62, desene – 38, surse bibliografice
– 81.

In lucrare au fost analizate rezultatele experimentale si exploatazionale ale sculelor aschietoare de strunjit si frezat dotate cu insretiuni din carburi metalice si oteluri rapide acoperite cu straturi rezistente la uzura. Se arata ca durabilitatea sculelor aschietoare depinde de structura multistrat, de componenta straturilor si de metoda de aplicare a straturilor. Sunt analizate in principal doua metode a aplicare a straturilor si anume Chemical Vapor Deposition si Physical Vapor Deposition.

Summary

Alexandr Corcev. Finishing and smoothing methods for machining machine parts
. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical, Industrial and Transport Engineering;
Department of Manufacturing Engineering; 2023. Master's thesis: pag. 62, drawings – 38,
bibliographical sources – 81.

The paper analyzed the experimental and operational results of turning and milling cutting tools equipped with metal carbides and high-speed steels covered with wear-resistant layers. It is shown that the durability of cutting tools depends on the multilayer structure, the composition of the layers and the method of applying the layers. Two methods of layer application are mainly analyzed, namely Chemical Vapor Deposition and Physical Vapor Deposition.

Cuvinte cheie. metode și procedee scule, aschiere, masini unelte, regimuri de aschiere.

Keywords. methods and procedures, tools, cutting, machine tools, cutting regimes.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение отделочных методов.....	3
2. Взаимосвязь шероховатости поверхности с показателями износостойкости поверхности.....	6
2.1 Трение и износ.....	6
2.2 Точность деталей и надежность подвижных сопряжений.....	11
3. Выбор параметров поверхностного слоя деталей в зависимости от эксплуатационных требований.....	13
4. Характеристики различных методов отделочной обработки.....	16
4.1 Методы основанные на резании.....	16
4.1.1 Лезвийная обработка.....	16
4.1.2 Абразивная обработка.....	18
4.2 Методы основанные на пластическом деформировании.....	31
4.3 Методы основанные на гальванических процессах.....	39
4.4 Методы основанные на различных видах напыления и насыщения.....	45
4.4.1 Покрытия на различных деталях трения.....	45
4.4.2 Покрытия на режущих инструментах.....	61
5. Доводочные пасты и суспензии.....	74
5.1 Характеристика и состав паст и суспензий.....	74
5.2 Приготовление паст и суспензий.....	93
5.3 Выбор паст и суспензий.....	98
6. Заключение.....	108
7. Литература.....	109

Ведение

В технологии машиностроения известны большое количество отделочных методов обработки поверхностей. Отделочные методы обработки являются последними операциями в технологии изготовления любого изделия. На отделочных операциях формируются параметры поверхности изделия. Основные параметры поверхности – это шероховатость поверхности, остаточное напряжение, микроструктура, твёрдость, износостойкость. В [1] приводятся качества точности и шероховатости которые обеспечивают различные отделочные методы обработки, ниже в таблице 1 мы приводим эти данные.

Из этой зависимости вытекает, что при эксплуатации пар трения необходимо учитывать параметр шероховатости (кривые 1 и 2) трущихся поверхностей. Причем параметр шероховатости зависит еще и от удельного давления трущихся поверхностей. При увеличении удельного давления минимальный износ происходит при большой шероховатости (кривая 2). Следовательно, при создании любой пары трения необходимо знание параметра шероховатости для пары трущейся поверхностей с учетом удельного давления. Удельное давление, как правило, задается конструктором при создании нового изделия и оно сильно не изменяется в процессе доведения изделия от конструкторской разработки до производства. Но при разработке чертежа любого изделия конструктор закладывает четыре группы требований: Первая группа требований – это качества точности на размеры, вторая группа требований - это требования по отклонениям от формы, третья группа требований - это требования по различным видам термообработки и четвертая группа требований - это требования по параметрам шероховатости. Перед конструкторами встает вопрос, откуда взять эти требования. В последнее время, начиная с 2000 года, в Республике Молдова стали развиваться малые предприятия с иностранным капиталом. Большинство этих предприятий имеют конструкторское направление. Молодых специалистов периодически вывозят на базовые или головные предприятия, находящиеся за рубежом, на 7-14 дней. Проводят тренинги по намечаемым проектам и далее специалисты в Молдове работают над созданием чертежей новых изделий. У молодых специалистов практически нет опыта по созданию чертежей, правильнее сказать нет опыта назначению требований к чертежу. И перед молодым специалистом встает вопрос назначения требований на чертеже любой детали. В странах СНГ для конструкторов имеется большой объём справочной литературы для конструкторов. Из источников [3,4] и других можно почерпнуть большой объём информации для назначения технических требований на чертежи. В [3,4] и других уделено большое внимание выбору микрогеометрии поверхностей деталей работающих в парах трения. Показаны, какие должны быть профили параметров шероховатости. Но эти

профили не согласуются с ГОСТом. Так как рекомендацию типа: «оптимальным является профиль с развитой гладкой несущей поверхностью пересеченной маслоудерживающей микроранавой» указать на чертеже не возможно. В ГОСТе /5/ есть параметр уровня сечения профиля, опорная длина профиля и другие показатели которые обеспечивает тот или иной метод обработки. Это никак не связано с пожеланием какой должна быть поверхность. Потому что при изготовлении детали перед технологом встает вопрос, каким известным методом обработки обеспечить эти рекомендации. Или же конструктор совместно с технологом должен будет разработать специальную технологию для обеспечения рекомендуемого профиля параметра шероховатости. В /6/ также приводит ряд общих рекомендаций для параметра шероховатости поверхностей, но без численных значений самих параметров шероховатости. Следовательно, любому конструктору после изготовления машины придется проводить испытания по показателям качества изделий где один из показателей является надежность и безотказность. Это длительный и дорогостоящий эксперимент. С другой стороны в /6/ приводятся данные полученные в эксперименте в паре трения (рис.2), где показано, что через определенное время работы исходная шероховатость разных величин изменяется до одной постоянной величины. Из этих данных вытекает интересный вывод: зачем на чертежах указывать различные шероховатости, если через определенное незначительное время работы устанавливается одинаковая шероховатость. Объяснения этого эффекта в литературе мы не нашли.

Список литературы

1. Маталин А.А. «Технология машиностроения» Учебник. 2-е изд., испр.- СПб. Издательство «Лань», 2008, (Учебники для вузов . Специальная литература)
2. П.А. Руденко «Отделочные операции в машиностроении», справочник, 2-е издание переработанное и дополненное. Киев «Тэхника» 1990.
3. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой.—М.: Машиностроение, 2001.
4. Орлов П.И. «Основы конструирования» Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн.1: Под ред. П.Н. Учаева. Изд.3-е, исправ. Машиностроение,1988.
5. ГОСТ 2 789-73 «Шероховатость поверхности». Параметры, характеристики и обозначения.
6. Каменев Н.А. Выбор и получение оптимальной чистоты поверхности хромированных цилиндров двигателей.
7. «Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств» Учебник: В 3 кн., 1991. «Теоретические основы.Технология» В.Е.Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников,И.А. Луйк .- 359 с.
8. 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,
9. 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,
10. 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.
11. 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,
12. 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,
13. 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.
14. 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.

15. Vadim Iațhevici, Sergiu Mazuru. Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova. *Revista Intellectus*. 3/2014, p. 68-72.
16. 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.
17. 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,
18. Скатицайлов С.В., Мазуру С.Г., Ботнаръ. В. А. Моделирования 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.*
19. 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 ȘI TEHNICĂ: Procese, modele, experimente, nr. 2, 2012.
20. 24. 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.
21. 25. 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.*
22. 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. Donetsk, 2009 ISBN 966 – 7907-25-2.*
23. Bostan I., Mazuru Sergiu. Influence of the grinding parameters on the characteristics of gears teeth outerlayer. First part. Proceedings of The 13th International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation IASI & Chisinau ModTech 2009.
24. Bostan I., Mazuru Sergiu. Influence of the grinding parameters on the characteristics of gears teeth outerlayer. Second part. Proceedings of The 13th International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation IASI & Chisinau ModTech 2009.
25. 23. Мазуру С. Г. Математическое моделирование кинематики процесса зубошлифования. *Машиностроение и техносфера XXI века Том 5. Donetsk, 2006.*
26. 24. Bostan I., Mazuru S., Contribuții la studiul stratului superficial în urma rectificării danturii (partea I.) *Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula Va, Secția Construcția de Mașini, Iași.*
27. 25. Bostan I., Mazuru S., Contribuții la studiul stratului superficial în urma rectificării danturii (partea II.) *Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula Va, Secția Construcția de Mașini, Iași.*
28. Stroncea A., Mazuru S. Componentele unui sistem complex de activități inovatoare. *Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Vol.4-. Materialele Conferinței internaționale, U.T.M., Chișinău, 2005, p. 542.*
29. Stroncea A., Mazuru S. Știința, tehnologia, economia și învățământul – componente ale unui sistem complex de activități inovatoare. Comunicări prezentate la ediția III a Conferinței

- internaționale științifico-practice. Probleme teoretice și practice ale economiei proprietății intelectuale, p.100-102. AGEPI. Chisinau.
30. Cernov A. Mazuru S. Metodica aprecierii tehnologicității construcției (TC) roților dințate. Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Vol. 3. Materialele Conferinței internaționale, U.T.M., Chișinău, 2005, p. 127-133.
 31. Scaticailov S. 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.
 32. Bostan I., Mazuru S., Botnari V. CINETIC process of teeth grinding. The 15th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2011, 25-27 May, 2011, Vadul lui Voda, Moldova – România,
 33. 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,
 34. 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,
 35. 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.
 36. 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.
 37. 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.
 38. 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.
 39. 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. .
 40. Botnari Vlad, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei și Mazuru Alexandru. Sposob i ustroistvo dlia uprociniaiușei obrabotchi s naneseniem pocrıtii poverhnostnogo sloia yubiev yubcatih coles. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XX международной научно-технической конференции. Том 2, 2013, Донецк.
 41. Maxim Vaculenco, Sergiu Mazuru, Serghei Scaticailov, Ion Bostan. Process for machining of gearwheels consists, <http://www.euroinvent.org/cat/e2019.pdf>, p.179.
 42. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat (Chișinău: Tehnica-UTM)

43. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
44. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for: Doctor degree..1996, UTM.
45. 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.
46. 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.;
47. 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.;
48. 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.;
49. Coifu Iu., Nițulenco T., Bolunduț I.-L., Toca A. *Studiul și Ingineria Materialele (materiale metalice)*. Chișinău U.T.M., 2012. -467 p.
50. Coifu Iu., Nițulenco T., Bolunduț I.-L., Toca A. *Simbolizarea materialelor metalice în sistemele de standarde GOST (Rusia), STAS (România) și EN (Uniunea Europeană)* Editura Tehnica UTM, Chișinău, 2013. - 256 p.
51. Toca A., Nitulenco T., Ciuperca R. *Analiza sistemică și funcțională*. –Chisinau: Tehnica UTM, 2022.- 280 p.
52. Sergiu Mazuru, *Metode și procedee de fabricare aditivă: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, – 144 p.*
53. Adrian BUT, Sergiu MAZURU, Serghei Scaticailov *Fabricația asistată de calculator: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, – 179 p.*
54. Roman Somnic, Sergiu Mazuru. *Analiza importanței și structura industriei constructoare de mașini*. Tehnica UTM. 2013 pp. 378-380.
55. Mazuru Sergiu, Casian M and Scaticailov S 2017 *Adv. Mat. Res.* 112 01026
56. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat (Chișinău: Tehnica-UTM)*
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. 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. ISBN-1310-3946.
60. Mazuru Sergiu, Botnari Vlad, 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, ISSN 2079-2670.*
61. 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.
62. Iațhevici Vadim, Mazuru, Sergiu. *Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova*. Revista ”Intellectus” nr. 3/2014.

63. Mazuru S., Botnari V., Mazuru A. Sculă abrazivă. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 622. BOPI nr. 4/2013.
64. Mazuru Sergiu, Mardari Alexandru, Procedeu de presare umedă a pulberilor metalice. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 452, 2016.04.20, 2017.03.31.
65. Mazuru Sergiu, Mardari Alexandru, Formă de presarea pulberilor metalice. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 676, 2013.09.30, 2014.04.30.
66. Mazuru S., Botnari V. Perie circulară cu pereți din metal. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 494. 2012.03.31 . B24D31/10.
67. Мазуру С. Г. Математическое моделирование кинематики процесса зубошлифования. Машиностроение и техносфера XXI века Том 5. Donetsk, 2006.
68. Toca A., Ciobanu A., Mazuru S. Stagii de practică, Programa și Indicațiile metodice// Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2005.
69. Toca A., Ciobanu 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.
70. Toca A., Ciobanu A., Mazuru S. Ingineria sistemelor de producere. Lucrări practice // Departamentul editorial-poligrafic al U.T.M. Chisinau, 2004.
71. Мазуру С. Математическое моделирование кинематики процесса зубошлифования. Машиностроение и техносфера XXI века Том 5. Donețk, 2006.
72. Slătineanu L., Dodun, O., Mazuru S. Some geometrical considerations concerning the applying of the facing test for the machinability studying. Proceedings. The 5th International Conference on advanced manufacturing technologies. ICAMaT 2007. 12th-14th July 2007. Sibiu. AGIR Publishing House. Academy of Technical Science of Romania, paginile 21-24.
73. Мазуру С. Оценка уровня надежности обработки и оптимизации параметров точности элементов технологических систем. În cul. Трудов XIII conferinței tehnico-științifice internaționale „Техносфера XXI века”, Donețk, 2007, volumul 2, p.183- 186,
74. Mazuru S., Trifan N., Mazuru A. Procedeu de durificare a pieselor din oțel . <http://repository.utm.md/handle/5014/21261>.
75. Mazuru S., Botnari V., Mazuru A. Sculă abrazivă. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 622. BOPI nr. 4/2013.
76. Mazuru Sergiu, Mardari Alexandru, Procedeu de presare umedă a pulberilor metalice. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 452, 2016.04.20, 2017.03.31.
77. Mazuru Sergiu, Mardari Alexandru, Formă de presarea pulberilor metalice. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 676, 2013.09.30, 2014.04.30.
78. Mazuru S., Botnari V. Perie circulară cu pereți din metal. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 494. 2012.03.31. B24D31/10.
79. Мазуру С. Г. Математическое моделирование кинематики процесса зубошлифования. Машиностроение и техносфера XXI века Том 5. Donetsk, 2006.
80. Bostan I., Mazuru S., Contribuții la studiul stratul superficial în urma rectificării danturii (partea I.) Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula Va, Secția Construcția de Mașini, Iași.
81. Bostan I., Mazuru S., Contribuții la studiul stratul superficial în urma rectificării danturii (partea II.) Buletinul institutului politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula Va, Secția Construcția de Mașini, Iași.