

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет

(факультет)

Кафедра Конструювання, технічної естетики і дизайну

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентки Мацюк Ірини Миколаївни

(ПІБ)

академічної групи 132М-22з-2 ММФ

(шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою

«Промислова естетика і сертифікація виробничого обладнання»

(офіційна назва)

на тему Дослідження зменшення маси корпусів одноступінчастих

закритих зубчастих передач

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Лаухін Д.В.			
розділів:				
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Лаухін Д.В.			
Інженерний	Лаухін Д.В.			
Сертифікації та забезпечення якості	Зіборов К.А.			
Планово-економічний	Федоряченко С.О.			
Рецензент	Бекетов О.В			
Нормоконтролер	Гаркавенко Д.В.			

Дніпро

2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

конструювання, технічної
естетики і дизайну

(повна назва)

Сергій ФЕДОРЯЧЕНКО

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ**на кваліфікаційну роботу****ступеню _____ магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентці Мацюк Ірини Миколаївни академічної групи 132М-22з-2 ММФ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавствоспеціалізаціїза освітньо-професійною програмою «Промислова естетика і сертифікація виробничого обладнання»на тему Дослідження зменшення маси корпусів одноступінчастих закритих зубчастих передач затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 16.10.2023р. № 1253-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Аналіз сучасного стану виготовлення корпусів закритих зубчастих передач в машинобудуванні	16.10.2023
Інженерний	Розробка 3D-моделі одноступеневого зубчастого циліндричного редуктора. Обрання методу підвищення міцності чавунів, який впливає на механічні характеристики корпусів закритих зубчастих передач.	11.11.2023
Сертифікації та забезпечення якості	Методика експериментального визначення дефектів корпусу редуктора	19.11.2023
Планово-економічний	Економічний аспект покращення механічних характеристик металу для корпусу редуктора	30.11.2023

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Дмитро ЛАУХІН

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 16.10.2023Дата подання до екзаменаційної комісії 13.12.2023**Прийнято до виконання**

_____ (підпис студента)

Ірина МАЦЮК

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 157 с, 34 рис, 7 табл, 1 додаток, 95 джерел.

КОРПУС ОДНОСТУПЕНЕВОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕДУКТОРА, БЕЙНІТНИЙ ВИСОКОМІЦНИЙ ЧАВУН, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ, ІЗОТЕРМІЧНЕ ГАРТУВАННЯ, МІКРОСТРУКТУРА ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ, 3D-МОДЕЛЬ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН, AUTODESK FUSION 360, МЕТОД НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Об'єкт розроблення – виготовлення корпусів закритих зубчастих передач із зменшеною кількістю металу в його конструкції з отриманням матеріалу бейнітний високоміцний чавун з підвищеними механічними характеристиками.

Мета роботи – оцінка можливості зменшення металоемності корпусних деталей закритих зубчастих передач за рахунок мінімізації товщини ненавантажених ділянок, застосовуючи чавуни з підвищеними механічними характеристиками.

Результати та їх новизна – проведено дослідження мікроструктури та запропоновано технологію зміцнюючої ізотермічної обробки для отримання матеріалу бейнітний високоміцний чавун; запропоновано мінімізувати товщину ненавантажених ділянок корпусних деталей для зменшення кількості металу в їх конструкції.

Новизна технічного рішення полягає у використанні матеріалу бейнітний високоміцний чавун для виготовлення корпусних елементів редуктора зі зменшеною металомісткістю.

Оптимізація технології зміцнюючої ізотермічної обробки корпусу редуктора має за мету зменшення металоемності та вартості виробу.

Сфера застосування розробки – машинобудівна галузь, виробництво закритих зубчастих передач.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – зменшення кількості металу, що споживається машинобудуванням.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Плотников О.В. Економічні оцінки залізорудних родовищ у фінансових та інвестиційних проектах: Монографія. –Кривий Ріг: Мінерал, 2016. –274 с.
2. Плотников О.В. Геологічні фактори, які обумовлюють економічну цінність промислових запасів залізних руд// Геолого-мінералогічний вісник. - 2013. -№1(9). -С. 68-70.
3. Плотников О.В. Стан і перспективи розвитку залізорудної мінерально-сировинної бази України і світу// Мінеральні ресурси України. - №3. -2015. -С. 2-4.
4. Кремнев Г.П. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении : учебное пособие / Г.П. Кремнев, Ф.В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2016. – 297 с.
5. Технологія машинобудування: підручник / П.П. Мельничук, І.А. Баровик, П.А. Лінчевський та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2016 – 836 с.
6. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів/ А.С. Опальчук, Афтандіянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є.// Ніжин, ПП Лисенко М.М., 2013р. - 752с.
7. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник для студ. вузів. – Львів.: Вища шк., 2013. 560 с.
8. Конспект лекцій з дисципліни «Виробництво виливків з чорних металів» розділ «Виробництво виливків з чавуну» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 136 «Металургія» за освітньо - професійною програмою «Металургія» очної та заочної форм навчання / А.П. Єременко - Кам'янське, ДДТУ, 2017. - 74 с.
9. Шатов С.В., Мацюк І.М., Шляхов Е.М. Конструкції полегшених закритих зубчастих передач. Збірник наукових праць НГУ. – Дніпро: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2020 – № 62 – с. 187-195 <https://doi.org/10.33271/crpnmu/62.187>.

10. Лаухін, Д.В., Дадіверіна, Л.М., Твердохліб, О.М., Мацюк, І.М. (2020) Аналіз застосування в будівельному виробництві адитивних технологій 3D-друку. Збірник наукових праць НГУ.-Дніпро. Національний ТУ «Дніпровська політехніка». № 61. С. 163-177. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/61.163>
12. Пахолюк А. П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник / А. П. Пахолюк, О. А. Пахолюк. – Львів : Світ, 2005. – 172 с., іл.
13. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник / В. В. Попович, В. В. Попович. – Львів : Світ, 2006. – 624 с.
14. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков; за ред. проф. С. С. Дяченко. – Харків : ХНАДУ, 2007. - 440 с.
15. Cast Iron Science and Technology, ASM Handbook, Edited By Doru M. Stefanescu, ASM International, 2017, V. 1A, <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v01a.a0006315>.
16. Сучасні уявлення про структуроутворення у графітізованих чавунах (огляд) / Верховлюк А.М., Сергієнко Р.А., Щерецький О.А. та ін. Металознавство та обробка металів, 2018. №1. С. 9-22.
17. Іванов В. Г. Особливості формоутворення графіту в синтетичному чавуні під час плавки у вакуумі. *Металургія*, 2017. Вип. 1 (37). С. 11-16.
18. Ebrahimpour, S. R. Effect of Different Austempering Temperatures on Wear Properties of Ductile Iron / S. R. Ebrahimpour, A. Abedi, M. Abbasi, M. R. Alizadeh // *Tech. J. Engin. & App. Sci.* – 2013. – 3 (7). – P. 553-561.
19. Sharma, S. Effect of Austempering Temperature and Time on the Wear Characteristics of Austempered Ductile Iron (ADI) / S. Sharma, R. Gupta // *International Journal of Engineering Research and General Science.* – 2015. – V. 3, 1. – P. 986 -990.
20. M. Kaczorowski, A. Krzyńska, The study of mechanical properties of structure of austempered ductile iron (ADI), Proc. 4-th Int. Conf. on Advances in Production Engineering, APE'07, Warsaw, June 2007, 171-180.

21. Kazemi, Masumeh & Kiani-Rashid, Alireza & Nourian, Ahmad & Babakhani, Abolfazl. (2014). Investigation of microstructural and mechanical properties of austempered steel bar-reinforced ductile cast iron composite. *Materials and Design*. 53. p.1047-1051. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.07.088>.

22. Bataev, A. A., Stepanova, N. V., Bataev, I. A., Kang, Y., & Razumakov, A. A. (2018). Special Features of Precipitation of ϵ -Cu Phase in Cast Irons Alloyed with Copper and Aluminum. *Metal Science and Heat Treatment*, 60(3–4), 150–157. <https://doi.org/10.1007/s11041-018-0253-y>.

23. Cheng X.A. Comparative study on gray and nodular cast irons surface melted by plasma beam / X. Cheng, S. Hu, W. Song // *Vacuum*. – 2014. – Vol. 101. – P. 177-183

24. Collini L. Microstructure and mechanical properties of pearlitic gray cast iron / L. Collini, G. Nicoletto, R. Konečná // *Mater. Sci. & Eng. A*. – 2008. – Vol. 488. – P. 529–539.

25. Lin C.-K. Effect of electroless nickel interlayer on wear behavior of CrN/ZrN multilayer films on Cu-alloyed ductile iron / Ch.-K. Lin, Ch.-H. Hsu, Sh.-Ch. Kung // *Applied Surface Science*. – 2013. – Vol. 284. – P. 59–65.

26. Podgornik B. Improvement of ductile iron wear resistance through local surface reinforcement / B. Podgornik, J. Vizintin, I. Thorbjornsson // *Wear*. – 2012. – Vol. 274–275. – P. 267–273.

27. Wang Y. Sliding wear behavior of Cr-Mo-Cu alloy cast irons with and without nano-additives / Y. Wang, Zh. Pan, Zh. Wang // *Wear*. – 2011. – Vol. 271. – P. 2953–2962.

28. Hasanli R.K. Wear Resistance of Economically Alloyed High-Strength Iron with Globular Graphite after Casting in Metallic Molds // *Russian Engineering Research*. – 2012. – Vol. 32. – № 1. – P. 39–41.

29. Carazo F.D. Effective properties of nodular cast-iron: A multi-scale computational Approach / F.D. Carazo, S.M. Giusti, A.D. Boccardo, L.A. Godoy // *Computational Materials Science*. – 2014. – Vol. 82. – P. 378–390.

30. J.R. Keough, K.L. Hayrynen, Heat Treatment of High-Alloy White Cast Irons, Cast Iron Science and Technology, Vol 1A, ASM Handbook, Edited By Doru M. Stefanescu, ASM International, 2017, p 275–283, <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v01a.a0006305>

31. Gonzaga R.A. Influence of ferrite and pearlite content on mechanical properties of ductile cast irons // Mater. Sci. & Eng. A. – 2013. – P. 1–8.

32. Hsu C.-H. A study on microstructure and toughness of copper alloyed and austempered ductile irons / Ch.-H. Hsu, K.-T. Lin // Mater. Sci. & Eng. A. – 2011. – Vol. 528. – P. 5706–5712.

33. Cu (Copper) Binary Alloy Phase Diagrams, Alloy Phase Diagrams, Vol 3, ASM Handbook, Edited By H. Okamoto, M.E. Schlesinger, E.M. Mueller, ASM International, 2016, p 304–326, <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v03.a0006159>.

34. Cu (Copper) Ternary Alloy Phase Diagrams, Alloy Phase Diagrams, Vol 3, ASM Handbook, Edited By H. Okamoto, M.E. Schlesinger, E.M. Mueller, ASM International, 2016, p 726–736, <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v03.a0006240>.

35. Гусачук Д.А. Особливості пластичного деформування високомістих чавунів / Д.А.Гусачук, Ю.П.Фешук, І.О.Парфентьєва, Н.П.Зайчук // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету: Міжвузівський збірник. Випуск 33. – Луцьк: Луцький НТУ. – 2011. – С.58-62.

36. N.V. Stepanova, I.A. Bataev, Youn-Bae Kang, D.V. Lazurenko, A.A. Bataev, A. Razumakov, A.M. Jorge Junior, Composites of copper and cast iron fabricated via the liquid: In the vicinity of the limits of strength in a non-deformed condition, Materials Characterization, Volume 130, 2017, Pages 260-269, ISSN 1044- 5803, <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2017.06.025>.

37. Laura N. García, Alfredo J. Tolley, Fernando D. Carazo & Roberto E. Boeri (2019) Identification of Cu-rich precipitates in pearlitic spheroidal graphite cast irons, Materials Science and Technology, 35:18, 2252-2258. <https://doi.org/10.1080/02670836.2019.1668999>

38. Agunsoye, J.O., Bello, S.A., Hassan, S.B., Adeyemo, R.G. and Odii, J.M. (2014) The Effect of Copper Addition on the Mechanical and Wear Properties of Grey Cast Iron. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 2, 470- 483. <http://dx.doi.org/10.4236/jmmce.2014.25048>.

39. Faisal, M., El-Shenawy, E. and Taha, M.A. (2019) Effect of Deformation Parameters on Microstructural Evolution of GGG 40 Spheroidal Graphite Cast Iron Alloy. *Materials Sciences and Applications*, 10, 433-450. <https://doi.org/10.4236/msa.2019.106032>.

40. Шатов С.В. Про створення полегшених конструкцій закритих зубчастих передач / С.В. Шатов, І.М. Мацюк, Е.М. Шляхов // *Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2020 (СІТЕРТМТІ'2020)*. Conference Proceedings. (2020) Ukraine, Dnipro: DUT, 140-144 p.p.

41. Шатов С.В. Пошук шляхів зменшення маси закритих зубчастих передач / С.В. Шатов, І.М. Мацюк, Е.М. Шляхов // *Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2022 (СІТЕРТМТІ'2022)*. Conference Proceedings. (2022) Ukraine, Dnipro: DUT, 48-54 p.p.

42. Методи та засоби комп'ютерних обчислень. – Електронний навчальний посібник / Є. М. Крижановський, В.Б. Мокін, Г.В. Горячев, І.В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2016. –90 с

43. Rao, T. V. *Metal Casting: Principles and Practice*, New Age International, 2003) — ISBN 978-81-224-0843-0

44. Matsiuk I., Laukhin D., Tverdokhlib O. Assessment of the possibility of reducing material costs in the manufacture of enclosed gear casings. *Development and design of modern materials and products*. Conference Proceedings. (2023) Ukraine, Dnipro: DUT, 52-55 p.p.

45. Проектування редукторів з використанням САПР [Текст]: навч. посібник / В.В. Проців , К.А. Зіборов, О.М. Твердохліб - Д.: Національний гірничий університет, 2011. - 178 с.

46. Учебные материалы по Autodesk Inventor Fusion 2012. - Текст: электронный. - URL: <http://labs.autodesk.com/>
47. Autodesk | 3D Design, Engineering & Entertainment Software [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.autodesk.com/>
48. Матеріалознавство: Підручник / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. - Херсон: Олді-плюс, Київ: Видавництво Ліра-К, 2013. - 612 с.
49. Тимофеева Л.А., Комарова Г.Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Ч. 1. 68 с.
50. <https://www.3dsmartpro.com.ua/service/3d-printing-sand-molds-and-cores/>
51. ДСТУ 2541-94 Виробництво ливарне. Терміни та визначення.
52. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьоменко. – Х.: УЦЗУ, 2008. – 136 с.
53. Конспект лекцій з дисципліни «Виробництво виливків з чорних металів» розділ «Виробництво виливків з чавуну» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 136 «Металургія» за освітньо - професійною програмою «Металургія» очної та заочної форм навчання / А.П. Єременко - Кам'янське, ДДТУ, 2017. - 74 с.
54. Rao, T. V. Metal Casting: Principles and Practice, New Age International, 2003) – ISBN 978-81-224-0843-0
55. Keough J.R. Ductile iron data for design engineers // Ductile Iron Society, Ohio. [http://www. ductile.org/didata/Section4/4intro.htm](http://www.ductile.org/didata/Section4/4intro.htm)
56. Пат. 93590 Україна, МПК G01N 27/72, G01R 33/12, G01B 7/00. спосіб визначення вмісту залишкового аустеніту у зразках з інструментальних сталей / к.с. Богдан, Ю.в. Моїсеєв, А.о. санкін. – опубл. 2011. – Бюл. №4.
57. Сабірзянов Т.Г. Теплотехніка ливарних процесів / Т.Г. Сабірзянов, В.М. Кропівний. – Кіровоград: КНТУ, 2005. – 402 с.

58. Савуляк, В. І. Економічні технології високоміцних графітованих сплавів заліза: монографія / В. І. Савуляк, О. Б. Янченко. – Вінниця: ВНТУ. 2014. 160 с.

59. Кропівний В.М. Чавун з вермикулярним графітом. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / В.М. Кропівний, О.В. Кузик, А.В. Кропівна, Г.М. Засінець // Загальна редакція В.М. Кропівного. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2019. – 222 с

60. G. Alonso, D. M. Stefanescu, P. Larrañaga & R. Suarez Understanding compacted graphite iron solidification through interrupted solidification experiments //International Journal of Cast Metals Research Volume 29, 2016 - Issue 1-2 Pages 2-11.

61. Аулін В.В. Роль теплофізичних процесів формування структури високоміцних чавунів / В.В. Аулін, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, М.В. Босий, О.В. Кузик // Вісник інженерної академії України. 2017. №3. С.133-137.

62. Effect of mould inoculation on formation of chunky graphite in heavy section spheroidal graphite cast iron parts / I. Asenjo, P. Larranaga, J. Sertucha, R. Suarez, J.-M. Gomez, I. Ferrer, J. Lacaze // International journal of cast metals research. – 2007. – Vol. 6. – № 6. – P. 319–324.

63. Effects of alloying elements on the microstructures and mechanical properties of heavy section ductile cast iron / G.S. Cho, K.H. Choe, K.W. Lee, A. Ikenaga // Journal of materials science and technology. – 2007. – Vol. 23. – № 1. – P. 97–101.

64. Investigation of the mechanical properties of ductile iron produced from hybrid inoculants using rotary furnace / J.O. Alasoluyi, J.A. Omotoyinbo, S.O.O. Olusunle, O.O. Adewoye // International journal of science and technology. – 2013. – Vol. 2. – № 5. – P. 388–393.

65. Effect of inoculant containing rare earth metals and bismuth on microstructure and mechanical properties of heavy-section near-eutectic ductile iron

castings / P. Ferroa, A. Fabrizi, R. Cervob, C. Carollob // Journal of Materials Processing Technology. – 2013. – Vol. 213. – P. 1601–1608.

66. Kopycynski, D. The influence of iron powder and disintegrated steel scrap additives on the solidification of cast iron / D. Kopycynski, J. Dorula, // Metallurgy and foundry engineering. – 2010. – Vol. 36. – № 2. – P. 97–102.

67. Закон України «Про стандартизацію».

68. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності».

69. Салухіна Н.Г., Язвінська О.М. Стандартизація та сертифікація товарів і послуг: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.

70. ДСТУ 2796–94 (ГОСТ 29285–95). Приводи механічні. Методи випробувань: чинний від 1996–07–01. На заміну ГОСТ 29285–92. – К. : Держстандарт України, 1995. – 40 с.

71. ДСТУ 2280–93 (ГОСТ 16162–93). Редуктори зубчасті. Загальні технічні умови: чинний від 1995–01–01. Офіц. вид., на заміну ГОСТ 16162–82. – К. : Держстандарт України, 1994. – 44 с.

72. ДСТУ 2279–93 (ГОСТ 25484–93). Мотор-редуктори зубчасті. Загальні технічні умови: чинний від 1994–01–07. Офіц. вид., на заміну ГОСТ 25484–82. – К. : Держстандарт України, 1994. – 36 с.

73. ДСТУ ISO 10576–1:2006. Статистичні методи. Настанови щодо оцінювання відповідності заданим вимогам. Частина 1. Загальні положення (ISO 10576–1:2003, IDT); надано чинності 2008–01–01. – К.: Держстандарт України, 2008. – 20 с.

74. ДСТУ 2825-94 Розрахунки та випробування на міцність. Терміни та визначення основних понять.

75. Білокур І. П. Основи дефектоскопії: Підручник. — К.: Азимут-Україна, 2004. — 496 с.

76. ДСТУ EN 583-1-2001 Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 1. Загальні вимоги (EN 583-1:1998, IDT).

77. ДСТУ EN 583-3:2005 Неруйнівний контроль. Контроль ультразвуковий. Частина 3. Метод проходження (EN 583-3:1997, IDT).

78. ДСТУ EN 583-4:2007 Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 4. Контролювання несучільностей, перпендикулярних до поверхні (EN 583-4:2002, IDT).

79. ДСТУ EN 10228-3-2001 Неруйнівний контроль поковок із сталі. Частина 3. Ультразвуковий контроль поковок з феритної чи мартенситної сталі (EN 10228-3:1994, IDT).

80. Effective Technological Process of Crystallization of Turning Rollers' Massive Castings: Development and Analysis / Skoblo T., Klochko O., Belkin E., Sidashenko A. International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy. 2017. № 2(3). С. 34-39

81. Спосіб оцінки якості виробів неруйнівним методом: пат. 95287 Україна, МПК G01N 27/82 (2006.01). № а201406020; заявл. 02.06.2014; опубл. 25.12.2014, Бюл. №24

82. Спосіб оцінки якості виробів з сірого чавуну неруйнівним методом: пат. 100780 Україна, МПК: G01N 27/82, G01N 27/00 № u201501491; заявл. 20.02.15; опубл. 10.08.2015, Бюл. №15.

83. Heat Treatment of TwoLayer AlloyedIron Rollers / Skoblo T.S., Klochko O.Yu., Sidashenko A.I., Sokolov R.G. ISSN 09670912, Steel in Translation, 2013, Vol. 43, No. 9, pp. 603-606.

84. Skoblo T.S., Klochko O.Y., Belkin E.L. The Use of Computer Analysis of Metallographic Images in thx Study of the Structure of High-Chromium Cast Iron. INORGANIC MATBRIALS English translation of selected articles from Zavodskaya Laboratoriya. Diagnostika Materialov. 2012. T. 78, № 6. P. 35-42.

85. Effective technology for the restoration of body parts from gray cast iron by defects / Saychuk A.V., Skoblo T.S., Sidashenko A.I., Belkin E.L. Svarochnoe Proizvodstvo. №12, 2017, p.p. 33-39.

86. Saychuk A. Rybalko I. Method of defects restoring in parts made from gray cast iron by hardfacing with recyclable materials modifying. 9-th International

conference of young scientists on welding and related technologies Proceedings Kyiv, Ukraine, 23-26 May 2017. P. 156-159

87. Saillant J-F, Marlier R, Navacchia F, Baqué F. Ultrasonic Transducer for Non-Destructive Testing of Structures Immersed in Liquid Sodium at 200 °C. Sensors. 2019; 19(19):4156. <https://doi.org/10.3390/s19194156>

88. Wu, B.; Huang, Y. Flaw Detection in Highly Scattering Materials Using a Simple Ultrasonic Sensor Employing Adaptive Template Matching. Sensors 2022, 22, 268. <https://doi.org/10.3390/s22010268>

89. Про затвердження Методики розрахунку індексу капітальних інвестицій. / Наказ, Методика, Державний комітет статистики України № 494 від 25.12.2009 [Електронний ресурс]. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0494202-09#Text>

90. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 "Витрати". – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0027-00#Text>

91. Барташевська Ю.М. Розвиток машинобудування України: стан, проблеми, перспективи [Текст] / Ю.М. Барташевська // Європейський вектор економічного розвитку. – 2010. – №1. – С.19–25.

92. Машинобудування в Україні: тенденції, проблеми, перспективи / за заг. ред. чл.-кор. НАН України Б. М. Данилишина. — Ніжин: Аспект-Поліграф, 2007. — 308 с

93. Кудря Я. В., Жуковська Т. О. Сучасний стан і шляхи розвитку акціонерних компаній в машинобудуванні України // Актуальні проблеми економіки. — 2008. — №6. — С. 143–156.

94. https://ferrum.at.ua/publ/tekhnologija_metaliv/23_tekhniko_ekonomichn_i_pokazniki_i_tekhnichnij_kontrol_u_livarnomu_virobniactvi/1-1-0-23

95. Прайс-лист на матеріали чавуноливарного заводу «МетЕкспорт». – URL: <https://www.metexport.com.ua/ua/prajs-list/>