

Scientific Collection «InterConf»

No 223

November, 2024

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 5th International
Scientific and Practical Conference

**SCIENCE IN THE ENVIRONMENT
OF RAPID CHANGES**

BRUSSELS, BELGIUM

November 6–8, 2024



BRUSSELS
2024

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf», (223): with the Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Science in the Environment of Rapid Changes» (November 6-8, 2024; Brussels, Belgium) / comp. by LLC SPC «InterConf». Brussels: De Boeck, 2024. 303 p.*
ISBN 978-2-8037-1533-6 (series)
DOI 10.51582/interconf.2024.223

EDITOR COORDINATOR

Anna Svoboda Doctoral student University of Economics; Czech Republic annasvobodaprague@yahoo.com	Mariia Granko Coordination Director LLC Scientific Publishing Center «InterConf»; Ukraine info@interconf.center
--	--

EDITORIAL BOARD

Dmytro Marchenko (PhD in Engineering) Mykolayiv National Agrarian University (MNAU); Ukraine; Mariana Veresklia (PhD in Pedagogy) Lviv State University of Internal Affairs; Ukraine Dan Goltsman (Doctoral student) Riga Stradiņš University; Republic of Latvia; goltsman.dan@inbox.lv Katherine Richard (DSc in Law), Hasselt University; Kingdom of Belgium katherine.richard@protonmail.com; Bashirov Ansar (Doctor of Medicine), EMIH of Almaty region, Republic of Kazakhstan Stanyslav Novak (DSc in Engineering) University of Warsaw; Poland novaks657@gmail.com; Kanako Tanaka (PhD in Engineering), Japan Science and Technology Agency; Japan; Mark Alexandr Wagner (DSc. in Psychology) University of Vienna; Austria mw6002832@gmail.com; Davit Tchiotashvili (Doctor of Economics), Gori State University, Georgia; Richard Brouillet (LL.B.), University of Ottawa; Canada; Kamilə Əliağa qızı Əliyeva (DSc in Biology) Baku State University; Republic of Azerbaijan Giuli Giguashvili (Doctor of Economics), Gori State University, Georgia; Tamar Makasarashvili (Doctor of Economics), Gori State University, Georgia;	Svitlana Lykholat (PhD in Economics), Lviv Polytechnic National University; Ukraine Viktor Yanchenko (PhD in Pharm. Sc.), T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»; Ukraine Rakhmonov Aziz Bositovich (PhD in Pedagogy) Uzbek State University of World Languages; Republic of Uzbekistan; Asta Marija Inkėnienė (Doctor of Pharm. Sc.), Lithuanian University of Health Sciences, Republic of Lithuania; Vera Gorak (PhD in Economics) Karlovarská Krajská Nemocnice; Czech Republic veragorak.assist@gmail.com; Polina Vuitsik (PhD in Economics) Jagiellonian University; Poland p.vuitsik.prof@gmail.com; Alexander Schieler (PhD in Sociology), Transilvania University of Brasov; Romania alexanrds.schieler@protonmail.ch George McGrown (PhD in Finance) University of Florida; USA mcgrown.geor@gmail.com; Vagif Sultanly (DSc in Philology) Baku State University; Republic of Azerbaijan Larysa Kupriianova (PhD in Medicine) Humanitas University, Italy Temur Narbaev (DSc in Medicine) Tashkent Pediatric Medical Institute, Republic of Uzbekistan; temurl972@inbox.ru Nataliia Mykhalitska (PhD in Public Administration) Lviv State University of Internal Affairs; Ukraine
--	--

Please, cite as shown below:

1. Surname, N. & Surname, N. (2024). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf», (223)*, 21-27. Retrieved from <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding...>

This issue of Scientific Collection «InterConf» contains the materials of the International Scientific and Practical Conference. The conference provides an interdisciplinary forum for researchers, practitioners and scholars to present and discuss the most recent innovations and developments in modern science. The aim of conference is to enable academics, researchers, practitioners and college students to publish their research findings, ideas, developments, and innovations.

Scientific Collection «InterConf» and its content are indexed in Google Scholar

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Вплив процесу обкатки на післяремонтну довговічність аксіально-поршневих агрегатів гідравлічних трансмісій мобільних машин

Мельянцов Петро Тимофійович¹, Дикун Віктор В'ячеславович²

¹ кандидат технічних наук, доцент;
Дніпровський державний аграрно-економічний університет; Україна

² магістр II курсу;
Дніпровський державний аграрно-економічний університет; Україна

Анотація. Прискорені способи обкатки та випробування аксіально-поршневих агрегатів гідравлічних трансмісій мобільних машин, які реалізуються на сервісних підприємствах, не забезпечують, згідно технічних вимог, якість припрацювання пар тертя та характеризуються значною трудомісткістю робіт. Мета роботи полягала в забезпеченні міжремонтного ресурсу агрегатів гідравлічних трансмісій мобільних машин за рахунок удосконалення технології їх обкатки. Поставлена мета досягається вирішенням наступних задач: визначенням основних факторів, що впливають на процес припрацювання деталей і їх ресурс в цілому для спряження та обґрунтування технологічних заходів з підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя об'ємних гідромашин. Розроблені режими обкатки гідравлічних трансмісій в процесі їх ремонту, та конструкція стенду для їх реалізації, а також технологія обробки деталей епіламом значно підвищили якість обкатувально-випробувальних операцій та зменшили їх трудомісткість за рахунок скорочення основного часу обкатки і можуть бути реалізовані на сервісних підприємствах з ремонту аксіально-поршневих гідромашин.

Ключові слова: гідравлічна трансмісія, аксіально-поршневі гідромашини, обкатка, випробування, припрацювання, зношення, робоча поверхня, епіламні покриття, сервісні підприємства, міжремонтний ресурс, довговічність.

Постановка проблеми. Застосування аксіально-поршневих агрегатів в об'ємних гідравлічних трансмісіях мобільних машин, як закордонного так і вітчизняного виробництва, значно підвищило вимоги до організаційної, конструктивної та технологічної підготовки сервісних підприємств, що спеціалізуються по підтриманню та відновленню їх працездатного стану [1].

Підвищення технічного рівня сервісних підприємств обумовлюється не тільки конструктивною складністю аксіально-

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

поршневих гідромашин, зростаючими вимогами до якості відновлювально-ремонтних робіт, а також і економічними показниками реалізації технологічних процесів, які повинні відповідати мінімальній собівартості їх ремонту [2].

Висунуті вимоги до типових проектів виробничих підрозділів підприємств з технічного сервісу аксіально-поршневих гідромашин також пояснюються показниками експлуатаційної надійності гідравлічних трансмісій, згідно яких, частка їх відмов в доремонтний період експлуатації складає близько 20 % від загального числа відмов, а в післяремонтний до 30 % [1, 3].

Основні причини, що обумовлюють втрату працездатного стану об'ємних гідромашин, характеризуються зміною структурних параметрів робочих поверхонь деталей їх качаючих вузлів, які являються складовими наступних спряжень: «втулка блоку – плунжер», «розподільник – приставне дно», «п'ята плунжера – опора люльки», «п'ята плунжера – похила шайба» [3].

Одним із основних резервів, який забезпечить ефективну роботу гідравлічних трансмісій і зменшить час простою мобільної машини, являється відновлення працездатного стану їх агрегатів на спеціалізованих сервісних підприємствах, з застосуванням відновлювальних операцій в технологічних процесах.

Ефективність відновлення працездатного стану об'ємних гідромашин обумовлюється також і техніко-економічним критерієм, за рахунок повторного використання близько 45–55 % справних деталей та 25–35 % деталей, які підлягають відновленню. При цьому, собівартість відновлених деталей становить 35–50 % від вартості нових деталей [2, 3].

Разом з тим, в роботі [4] відмічається, що ресурс відновлених деталей качаючих вузлів становить лише 50–60 %, від ресурсу нових деталей. Безпосередньо це відноситься до деталей таких спряжень як: «втулка блоку – плунжер», «розподільник – приставне дно», «п'ята плунжера – опора люльки» у гідронасоса, «п'ята плунжера – похила шайба» у гідромотора. Низький післяремонтний ресурс деталей пояснюється реалізацією технологічних процесів, основні операції яких не в змозі відтворити геометричну форму робочих поверхонь деталей, їх шорсткість та фізико-механічні властивості в відповідності до технічних вимог.

Є очевидним, що забезпечення міжремонтного ресурсу у відремонтованих аксіально-поршневих агрегатів буде залежати від якості проведення ремонтно-відновлювальних робіт на всіх

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

операціях технологічного процесу: мийно-очисних, розбирально-складальних, відновлювальних, обкатоточно-випробувальних та ін.

Вагомий вплив на довговічність роботи деталей в спраженнях качаючих вузлів гідроагрегатів мають обкатувально-випробувальні операції, які забезпечують їх припрацювання, в процесі якого усуваються похибки, що з'явилися при механічній обробці деталей, неточності, щодо взаємного розміщення поверхонь деталей, які виникають при проведенні складальних операцій, значна різниця в шорсткості робочих поверхонь деталей та ін.

На сьогоднішній день на сервісних підприємствах широко застосовуються прискорені способи обкатки та випробування об'ємних гідромашин, які ґрунтуються на застосуванні форсування таких параметрів, як тиск робочої рідини в нагнітаючому контурі та періодичність його зміни, швидкість обертання валів гідромашин та ін.[1].

До їх недоліків слід віднести ймовірність появи перекосу деталей в з'єднаннях, який обумовлює схоплення в парах тертя. Наявність вібрацій, із-за циклічної зміни тиску, приводить до прискореного припрацювання в локальних місцях, що сприяє не рівномірному формуванню якості притирання робочої поверхні деталі.

В роботі [5] автори рекомендують в процесі ремонту шестеренних насосів обробляти деталі качаючого вузла епіламом «Полізам-05», для покращення припрацювання пар тертя і відповідно збільшення післяремонтного ресурсу агрегатів, що вказує на актуальність застосування епіламних покриттів, які включають в себе фторорганічні поверхнево-активні речовини, для важко навантажених пар тертя аксіально-поршневих гідромашин.

Являється явним, що для забезпечення міжремонтного ресурсу аксіально-поршневих гідромашин потрібне застосування нових технологій з їх обкатки, які зменшать зношення деталей в період припрацювання і час появи його стабілізації.

Метою роботи являється забезпечення міжремонтного ресурсу агрегатів гідравлічних трансмісій мобільних машин за рахунок удосконалення технології їх обкатки.

Поставлена мета досягається вирішенням наступних задач: визначенням основних факторів, що впливають на процес припрацювання деталей і їх ресурс в цілому для спраження; обґрунтуванням технологічних заходів з підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя об'ємних гідромашин.

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Викладення основного матеріалу досліджень. Обкатка об'єктів ремонту проводиться з метою припрацювання деталей спряжень. Притирання деталей, в процесі обкатки, є складним процесом, на який впливає багато різних факторів (шорсткість поверхні, геометрична форма деталі, фактична площа контакту, напружений стан, умови змащення та ін.), які постійно змінюються.

Одним з факторів, що впливає на якість припрацювання і загальний термін служби з'єднання, є розмір початкового зазору. Чим більший зазор, тим менший термін служби з'єднання і, відповідно, довговічність гідромашини під час експлуатації. У цьому випадку міжремонтний термін (τ_p) служби з'єднання визначається за виразом [4]:

$$\tau_p = \frac{S_{\max} - S_{\text{прит.}}}{t_\beta}, \quad (1)$$

де $S_{\max}$ – максимально допустимий зазор у з'єднанні, мм;

$S_{\text{прит.}}$ – зазор після припрацювання, який знаходиться в межах допуску, мм;

$t_\beta = dS/dt$ – швидкість зношування деталей.

Разом з тим, в роботі [6] відмічається, що величина зазору знаходиться в функціональній залежності від наступних факторів:

$$S_{\text{прит.}} = f(P, n, \eta, T, \tau, C, K, \varepsilon, m, d, S_{\text{ск.}}), \quad (2)$$

де P – навантаження на пари тертя, Н; n – частота обертання (швидкість переміщення), хв.^{-1} ; η – в'язкість мастила, $\text{м}^2/\text{с}$; T – температура деталей, К; τ – час припрацювання, год.; C – геометричні параметри деталей з'єднання, мм; K – якість змащення; ε – енергетичні втрати; m – зносостійкість деталей сполучення; d – здатність робочих шарів сприймати поверхнево-пластичну деформацію; $S_{\text{ск.}}$ – зазор в з'єднанні сформований в

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

процесі складання, мм.

Наведений аналіз показує, що зменшення зносу деталей під час обкатки зменшить інтенсивність їх зносу в умовах експлуатації і, таким чином, збільшить міжремонтний ресурс. Отже, під час обкатки агрегатів на стенді нам необхідно створити такі умови, які забезпечать прискорене припрацювання деталей в спраженнях з найменшим зношенням.

Цього можна досягти шляхом вибору відповідного режиму обкатки агрегатів гідравлічної трансмісії та використання нових технологій із застосуванням поверхнево-активних речовин в процесі обкатки.

Загалом, заходи, що впливають на підвищення якості та прискорення притирання деталей аксіально-поршневих агрегатів після ремонту, можна розділити на конструктивні, що задаються при проектуванні, технологічні, що виникають при ремонті та відновленні деталі, і експлуатаційні, що виникають в процесі експлуатації агрегату.

Таким чином, за техніко-економічним критерієм найбільш ефективними заходами для обкатки гідроагрегатів в процесі їх ремонту являється режим обкатки, який відтворить роботу агрегатів трансмісії максимально наближену до умов рядової експлуатації та застосування епіламних покриттів, які забезпечать збільшення довговічності деталей пар тертя качаючих вузлів, обробкою їх поверхонь фторорганічними поверхнево-активними речовинами.

Процес обкатки і випробування об'ємних гідромашин включає підготовчі та заключні операції з монтажу і демонтажу гідроагрегатів на стенді, та основні операції, з безпосередньої їх обкатки та випробування. Тривалість основних робіт в процесі обкатки об'ємних гідромашин знаходиться в межах (0,7–0,9) години. Протягом перших трьох хвилин трансмісія працює без навантаження, для перевірки зовнішньої герметичності агрегату і правильності роботи клапанів і механізмів управління (гідророзподільники робочого об'єму, перепускний клапан робочого тиску підживлювального насоса, перепускний клапан в клапанній коробці та ін.).

Основний режим обкатки починається зі створенням тиску робочої рідини в нагнітаючій магістралі замкнутого контуру $P_{\text{наг.}} = 5,0 \text{ МПа}$, та поступово збільшується на $P_{\text{наг.}} = 5,0 \text{ МПа}$, через кожні п'ять хвилин роботи трансмісії до тиску спрацювання запобіжного клапана $P_{\text{наг.}} = 32,5 \text{ МПа}$ (для

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

гідравлічної трансмісії ГСТ-90).

Для виконання обкатки та випробування гідравлічної трансмісії був побудований гідравлічний випробувальний стенд, який в змозі відтворити режими поступового та пікового навантаження агрегатів, згідно запланованого режиму обкатки.

Наступним заходом, щодо поліпшення якості припрацювання деталей в об'ємних гідромашинах, рекомендується застосування епіламних покриттів, які в умовах експлуатації також забезпечать підвищення довговічності аксіально-поршневих гідромашин, так як епіламування відноситься до фізико-хімічних методів обробки твердих поверхонь деталей фторорганічними поверхнево-активними речовинами для підвищення їх зносостійкості.

Для реалізації цієї технології були обрані деталі спряження «втулка блоку-плунжер», «приставне дно-розподільник», оскільки зміна їх структурних параметрів обмежує ресурс агрегатів із-за об'ємних втрат робочої рідини, що в умовах експлуатації приводить до ресурсної відмови гідравлічної трансмісії.

Перед складанням експериментального качаючого вузла гідроагрегату поверхні деталей знежирювались, просушувались і оброблювались епіламом «Полізам-05». Деталі, після їх обробки епіламом, проходили термофіксацію при температурі 120°C.

Контроль зміни структурних параметрів технічного стану деталей виконувався з застосуванням методу профілаграфування та інструментальних методів за відомими методиками [4, 5].

Результати дослідження зносу приставного дна по робочому поясу між серповидними вікнами в період припрацювання деталей аксіально-поршневої гідромашини наведені на (рис. 1).

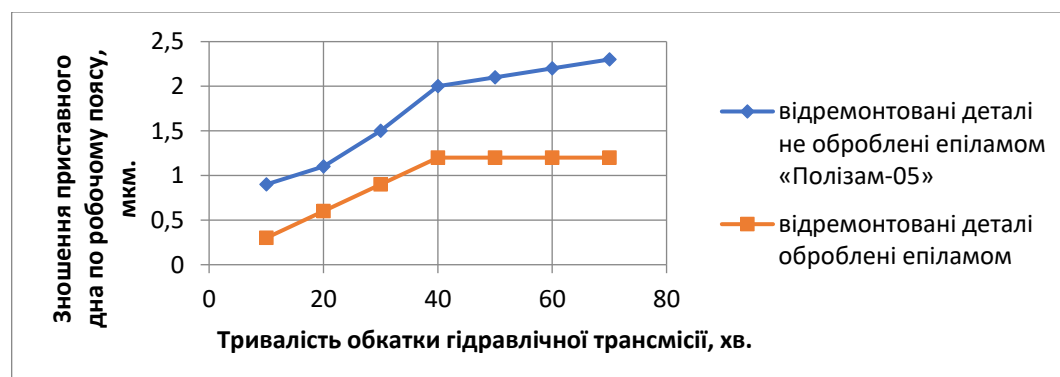


Рисунок 1

Динаміка зношення приставного дна по робочому поясу між серповидними вікнами при послідовному рості тиску навантаження

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Аналіз динаміки зносу приставного дна, при послідовному підвищенні тиску, показав, що нахил кривої зносу зменшується для деталей, оброблених поверхнево-активною речовиною. Кількісна оцінка зносу деталей оброблених епіламом на 52,2 % менша в порівнянні з деталями, що мають стандартний стан. При цьому, в інтервалі обкатки агрегатів 35–40 хв. спостерігається стабільність процесу притирання для приставного дна, яке було оброблено епіламом «Полізам-05», а максимальне зношення робочої поверхні деталі становило 1,2 мкм.

Це пояснюється наступним чином. У деталі, обробленій епіламом, на поверхні утворюється шар орієнтованих молекул. Цей шар радикально змінює енергетичні властивості поверхні деталі без зміни її структури, і модифікує її, надаючи поверхні антифрикційні, антиадгезійні, захисні та інші корисні властивості.

Дана робоча гіпотеза підтверджується також результатами експериментального дослідження зміни зазору в спряженні «втулка блоку-плунжер» під час обкатки гідроагрегатів (рис. 2).

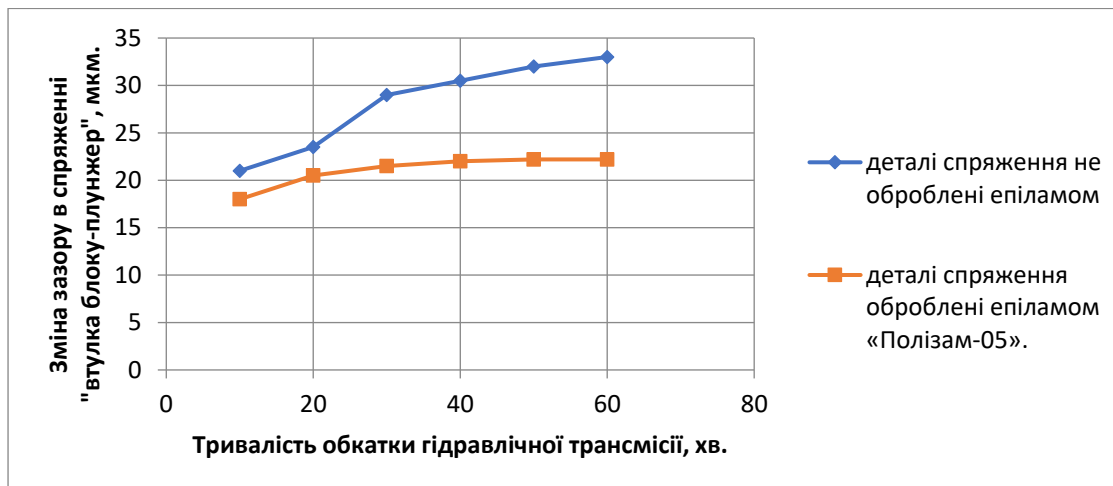


Рисунок 2
Динаміка зміни зазору в спряженні «втулка блоку-плунжер»

Аналіз зміни зазору в з'єднанні «втулка блоку-плунжер» показує, що під час обкатки під навантаженням ($P_n = 21,0 \text{ МПа}$), зазор у оброблених епіламом деталей менший майже в 1,6 рази в порівнянні з необробленими деталями. На оброблених деталях зазор стабілізувався в діапазоні 40–50 хв., що вказує на закінчення процесу приробітку деталей оброблених епіламом в

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

спряженні.

Висновки. Запропоновані рішення, щодо підвищення якості проведення обкатки агрегатів гідравлічних трансмісій показали, що зношення приставного дна, обробленого епіламом «Полізам-05», при послідовному рості тиску, на 52,2 % менше, в порівнянні з необробленими деталями епіламом, і процес їх зношення в період припрацювання стабілізується в інтервалі 35-40 хв. обкатки агрегатів.

Динаміка зазору в спряженні «втулка блоку – плунжер» показує, що в процесі обкатки зазор у оброблених епіламом деталей менший майже в 1,6 рази в порівнянні з не обробленими, і при цьому, спостерігається стабілізація зазору у оброблених деталей в інтервалі 40-50 хв. часу обкатки, що вказує на закінчення процесу припрацювання деталей в спряженні.

Зменшення зношення деталей спряжень качаючих вузлів аксіально-поршневих гідромашин в процесі припрацювання, за рахунок запропонованих заходів з удосконалення технології їх обкатки в умовах спеціалізованих сервісних підрозділів, являється одним із факторів, який впливає на забезпечення міжремонтного ресурсу об'ємних гідромашин в умовах експлуатації.

Розроблені режими обкатки гідравлічних трансмісій в процесі їх ремонту, та конструкція стенду для їх реалізації, а також технологія обробки деталей епіламом можуть бути реалізовані на сервісних підприємствах з ремонту аксіально-поршневих гідромашин, що значно підвищить якість операцій з їх обкатки та випробування і зменшить трудомісткість за рахунок скорочення основного часу обкатки.

References:

- [1] Мельянцов П. Т. Опыт ремонта гидропривода ГСТ-90 на ремонтных предприятиях [Текст] / П. Т. Мельянцов, В. Г. Харченко, И. Г. Голубев. – М.: Госагропром СССР. АгроНИИТЭИИТО, 1989. 42 с.
- [2] Мельянцов П. Т. Уменьшение затрат на ремонт агрегатов гидропривода. – М.: Госагропром СССР. АгроНИИТЭИИТО. – Вып. 7. 1987. с. 15-16.
- [3] Мельянцов П. Т. Підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя аксіально-поршневих гідромашин шляхом застосування епіламних покриттів робочих поверхонь деталей / П. Т. Мельянцов, В. М. Федченко // Zbiór artykułow naukowych. «Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2015» – Warszawa: «Diamond trading tour», 2015. s. 77-82.
- [4] Мельянцов П. Т. Підвищення якості припрацювання деталей спряжень об'ємних гідромашин удосконаленням технології їх обкатки після ремонту / П. Т. Мельянцов, В. А. Задорожній // Zbiór artykułow naukowych recenzowanych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej " Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój,

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

- propozycje na rok 2017" – Zakopane: «Diamond trading tour», 2017. S. 27–33.
- [5] Мельянцов П. Т. Підвищення експлуатаційної надійності гідравлічних насосів модифікації НШ-К застосуванням епіламних покриттів робочих поверхонь деталей / П. Т. Мельянцов, В. Ю. Ісаєнко // Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo- Praktycznej " Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2016" – Warszawa: «Diamond trading tour», 2016. S 22–28.
- [6] Справочник по триботехнике. В 3 т. Т.1. Теоретические основы / под общ. ред. М. Хебды, А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1990. 480 с.