

УДК 621.787.4

[https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).2.169-176](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.169-176)

І. В. Шепеленко, проф., д-р техн. наук, **А. М. Красота**, **В. І. Гуцул**, доц., канд. техн. наук, **М. В. Красота**, доц. канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: kntucpfzk@gmail.com*

Обґрунтування конструкції пристрою для обробки кулачків розподільних валів фрикційно-механічним методом

Аналіз традиційних схем нанесення антифрикційних покриттів фрикційно-механічним методом, а також пристроїв для їх здійснення, показав їх ефективність при обробці поверхонь деталей, що мають форму тіл обертання. Однак для обробки складних профільних поверхонь, до яких слід віднести кулачки розподільних валів, використання таких схем є неприйнятним через відсутність стабільного контакту інструменту з деталлю. Метою представленої роботи є обґрунтування конструкції та розробка пристрою для фінішної антифрикційної безабразивної обробки кулачків розподільного валу фрикційно-механічним методом. Визначені шляхи досягнення мети – забезпечення необхідної траєкторії руху інструменту або деталі, яка копіює форму кулачка та створює необхідні умови для якісної реалізації вибіркового перенесення антифрикційного матеріалу на робочу поверхню деталі. Запропоновано використання важільної схеми навантаження інструменту, яка забезпечує постійне зусилля тиску інструменту на поверхню кулачка з урахуванням його геометрії. Іншим підходом до вирішення зазначеної проблеми є використання конструкції пристосування, що містить копіювальний і натиральний вузли. Наявність копіїрів у запропонованому пристрої забезпечує створення зворотно-поступального і обертального руху інструмента за траєкторією, що відповідає формі кулачка, із необхідним стабільним зусиллям за всієї геометрії його профілю. Обґрунтування конструкції пристроїв дозволяють стверджувати про можливість забезпечення якісних умов для фінішної антифрикційної безабразивної обробки кулачків розподільного валу.
розподільний вал, автотракторний двигун, антифрикційне покриття, зносостійкість, фрикційно-механічний метод, важільна схема навантаження інструменту, копіювальний пристрій

Постановка проблеми. Сучасними тенденціями у виробництві та експлуатації машин є підвищення якості деталей за рахунок застосування науково-обґрунтованих, технічно доступних, екологічних та економічно доцільних технологій. Для деталей, які лімітують ресурс роботи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), питання підвищення якості робочих поверхонь шляхом удосконалення їх обробки є особливо важливим і актуальним [1, 2].

До числа інноваційних технологій обробки слід віднести нанесення антифрикційних покриттів фінішною антифрикційною безабразивною обробкою (ФАБО), яка реалізується фрикційною взаємодією інструменту з антифрикційного матеріалу з поверхнею тертя деталі [3].

Для фрикційно-механічного нанесення покриттів розроблені та реалізовані спеціальні пристосування (пристрої), напівавтомати, автомати та верстати. Відмінність розмірів і конфігурацій деталей, що підлягають покриттю, обумовило застосування різних способів і пристроїв для їхнього здійснення [4].

На кафедрі експлуатація та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету протягом багатьох років виконуються комплексні дослідження, спрямовані на підвищення ефективності застосування ФАБО деталей тертя. Серед найбільш вагомих отриманих результатів слід відзначити наступні:

- розробка технології фінішної обробки гільз циліндрів ДВЗ, що поєднує операції розкочування гільзи та нанесення на її поверхню антифрикційного мідного покриття [5];

- використання вібрації інструменту при нанесенні антифрикційних покриттів на зовнішні циліндричні поверхні на прикладі цапф шестерень гідронасосів (дослідження проводилися разом з науковцями Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Дмитра Моторного) [6];

- розробка комбінованої технології обробки гільз циліндрів ДВЗ, при реалізації якої застосовано принцип протягування – інструмент з антифрикційним брусками здійснює зворотно-поступальний рух з одночасним дискретним обертанням деталі [7].

Запропоновані технології нанесення антифрикційних покриттів та інструменти для їх здійснення довели свою ефективність при обробці внутрішньої і зовнішньої поверхонь деталей, що мають форму тіла обертання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ФАБО поверхонь тертя використовується задля зниження інтенсивності зношування, підвищення зносостійкості, інтенсифікації процесів утворення «сервовітних» плівок у період припрацювання після виготовлення або відновлення виробу [8].

Основні способи ФАБО, за даними авторів [9, 10], можуть бути здійснені наступними методами:

- фрикційно-механічним – за рахунок тертя металічного інструменту з деталлю у присутності технологічного середовища;

- хімічним – шляхом введення в зону контакту технологічного середовища, що містить іони відповідного металу;

- фрикційно-механічним, що відбувається тертям неметалічного інструменту з деталлю у присутності металовмісного технологічного середовища.

Метод здійснення ФАБО багато в чому залежить від конструктивних та технологічних особливостей деталі, що обробляється, але саме фрикційно-механічний (рис. 1) є найбільш поширеним внаслідок простоти його здійснення.

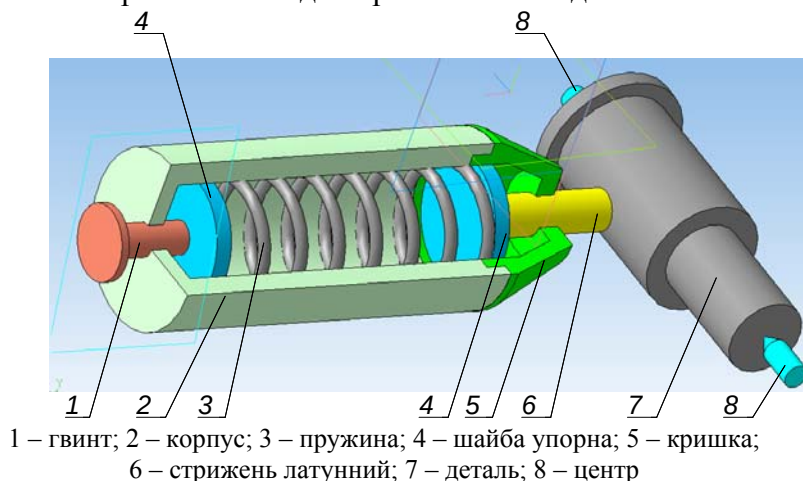
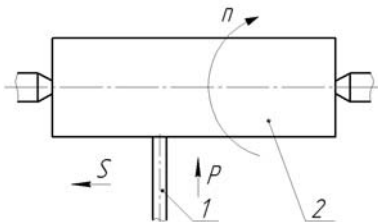
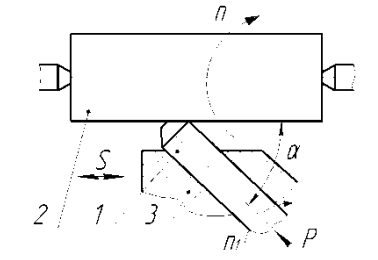
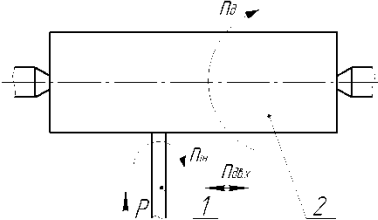
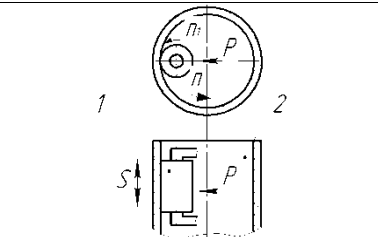
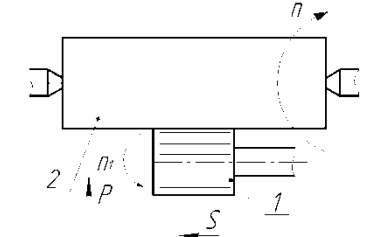
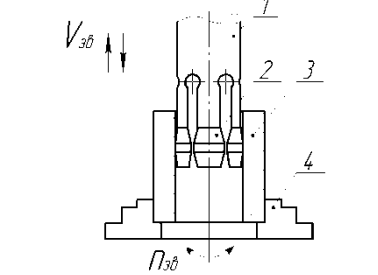


Рисунок 1 – Нанесення антифрикційних покриттів фрикційно-механічним методом
Джерело: розроблено на основі [9]

Аналіз традиційних схем здійснення фрикційно-механічного методу нанесення покриттів (табл. 1) [4], а також пристрої для їх здійснення [10], показав їх ефективність при обробці внутрішньої або зовнішньої поверхонь, що мають форму тіла обертання. Однак, для обробки профільних поверхонь такі схеми є неприйнятними.

Таблиця 1 – Основні схеми реалізації ФАБО

Схема	Особливості схеми, режими обробки
	Антифрикційний інструмент рухається в осьовому напрямку: 1 – інструмент; 2 – деталь, що обробляється; P – зусилля притискання антифрикційного інструменту; n – частота обертання деталі; S – поздовжня подача інструменту
	Антифрикційний інструмент обертається під кутом до осі деталі: 1 – інструмент; 2 – деталь, що обробляється; 3 – обойма; P – зусилля притиснення елемента, що натирає; n – частота обертання деталі; n_l – частота обертання інструменту; S – поздовжня подача інструменту; α – кут нахилу інструменту до деталі
	Антифрикційний інструмент виконує зворотно-поступальний і обертальний рухи: 1 – інструмент; 2 – деталь, що обробляється; P – зусилля притиснення елемента, що натирає; n – частота обертання деталі; n_{in} – частота обертання інструменту; n_{out} – частота обертання інструменту
	Антифрикційний інструмент виконує зворотно-поступальний і обертальний рухи: 1 – інструмент; 2 – деталь, що обробляється; P – зусилля притиснення елемента, що натирає; n – частота обертання деталі; n_l – частота обертання інструменту; S – поздовжня подача інструменту
	Антифрикційний інструмент виконує зворотно-поступальний і обертальний рухи: 1 – інструмент; 2 – деталь, що обробляється; P – зусилля притиснення елемента, що натирає; n – частота обертання деталі; n_l – частота обертання інструменту; S – поздовжня подача інструменту
	Антифрикційний інструмент виконує зворотно-поступальний рух уздовж осі деталі з дискретним її обертанням 1 – кільце розрізне; 2 – бруски антифрикційні; 3 – деталь; 4 – пристрій для закріплення деталі; $n_{зб}$ – дискретне обертання інструменту; $V_{зб}$ – зворотно-поступальний рух інструменту

Джерело: розроблено на основі [4, 10]

Зокрема, одними з таких поверхонь є кулачки розподільного валу автотракторних ДВЗ, які працюють у важких умовах граничного навантаження, що супроводжується розриваннями масляної плівки в зоні контакту кулачка з штовхачем, а

отже, піддаються інтенсивному зношуванню. Зниження висоти профілю кулачка приводить до різкого погіршення техніко-економічних показників ДВЗ [11-13]. Доцільність ФАБО кулачків розподільних валів ДВЗ переконливо доведено в роботі [14].

Однією з проблем обробки кулачків є складність їх геометричної форми, що унеможливає використання універсальних технологічних пристосувань. Відомі конструкції пристосувань для ФАБО, як правило, створюють навантаження на інструмент за рахунок використання навантажувальних пристроїв пружинної дії.

Для обробки криволінійних поверхонь, зокрема кулачків розподільних валів, такі пружинні пристосування використовувати неможливо, адже при обертанні розподільного валу та набіганні кулачка на інструмент пружина навантажувального пристрою буде поперемінно стискатися та розтискатися, що приведе до створення змінного навантаження на інструмент (латунний стрижень). Це, у свою чергу, приведе до зміни режимів ФАБО. Відсутність постійного тиску інструмента на деталь, недостатня температура в зоні контакту не дозволяють створити умови для формування якісного покриття на циліндричній та профільній частині кулачка.

Враховуючи те, що існуючі конструкції не забезпечують належну якість ФАБО кулачків розподільних валів ДВЗ, виникає необхідність в обґрунтованому підході щодо вибору схеми і розробки пристрою для нанесення антифрикційних покриттів з урахуванням профілю робочої поверхні.

Постановка завдання. Метою даної роботи є обґрунтування конструкції та розробка пристрою для ФАБО кулачків розподільного валу фрикційно-механічним методом.

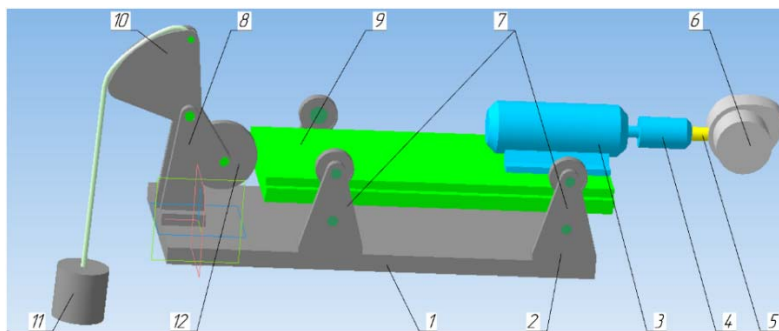
З урахуванням складної геометрії профілю кулачка конструкція пристрою повинна забезпечити:

- необхідну траєкторію руху інструменту або деталі, яка копіює форму кулачка, створюючи умови для якісної реалізації вибіркового перенесення антифрикційного матеріалу при фрикційно-механічному методі ФАБО;
- постійне зусилля при контактуванні інструменту з робочою поверхнею кулачка.

Виклад основного матеріалу. Виходячи із встановлених вимог нами запропоновано ряд конструктивних рішень, що створюють необхідні умови для нанесення антифрикційних покриттів на робочу поверхню кулачка розподільного валу ДВЗ фрикційно-механічним методом.

Одним із рішень поставленої задачі може бути використання важільної схеми навантаження інструменту, яка забезпечує постійне зусилля тиску інструменту на поверхню кулачка з врахуванням його геометрії.

Застосування такого підходу лягло в основу конструкції пристосування (рис. 2), що встановлюється на супорт токарного верстату, а розподільний вал, згідно запропонованої схеми, – в патроні верстату з підтримкою за допомогою центру.



1 – основа; 2 – кронштейн; 3 – електродвигун; 4 – патрон; 5 – інструмент (латунний пруток); 6 – кулачок, що обробляється; 7 – ролики; 8 – опора важеля; 9 – рухома платформа; 10 – важіль; 11 – вантаж; 12 – упорний ролик

Рисунок 2 – Схема пристосування для ФАБО кулачків розподільного валу

Джерело: розроблено авторами

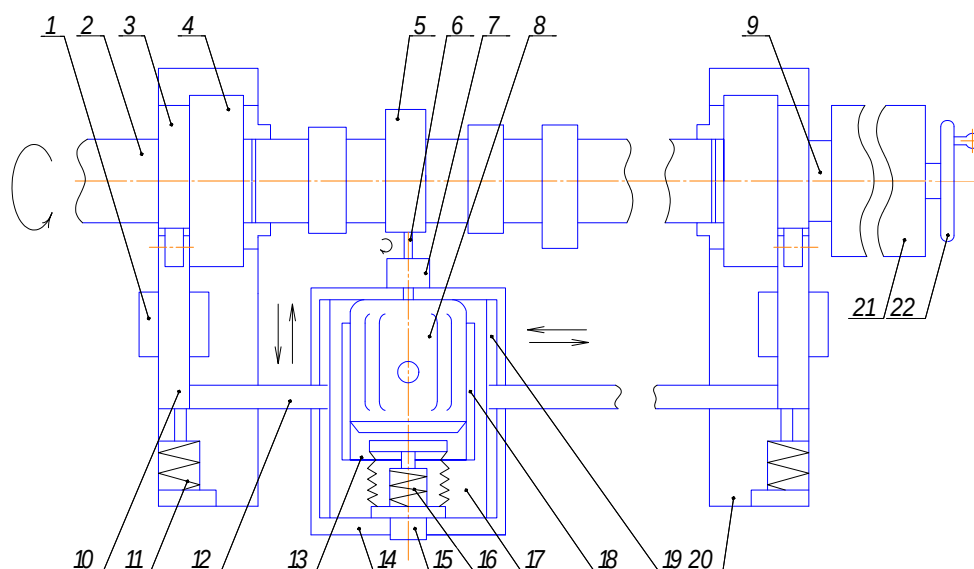
Конструкцію пристосування складає основа 1, на якій закріплені кронштейни 2 з роликами 7. На роликах в горизонтальній площині встановлюється рухома платформа 9, на якій монтується електродвигун 3, на вихідному валу якого кріпиться патрон 4 з закріпленим інструментом (прутком з антифрикційного матеріалу) 5. Торець стрижня упирається в кулачок розподільного валу. В задній частині пристосування на платформі 1 встановлюється двоплечий важіль 10, що хитається на осі на опорі 8. Одне плече важеля має округлений профіль, через який перекинута трос із закріпленим на ньому вантажем 11.

Завдяки округленому профілю забезпечується передача постійного зусилля через важіль 10 на рухома платформу 9. Зусилля передається через упорний ролик 12, який встановлюється на осі іншого плеча важеля 10. Завдяки застосуванню ролика зменшується тертя при ковзанні по рухомій платформі 9.

Пристосування працює наступним чином. Розподільний вал обертається в токарному верстаті, при цьому його кулачок 6 поступово провертається навколо своєї осі. До кулачка притиснений інструмент (пруток), який обертається від електродвигуна 3. Рухома платформа 9 переміщується на роликах. У випадку коли на інструмент набігає на вершину кулачка, платформа відкочується назад, після проходження кулачка і підходу його циліндричної частини платформа виконує переміщення вперед. При цьому інструмент притискається завжди з постійним зусилля, яке забезпечується внаслідок дії вантажу 11 через двоплечий важіль 10, що упирається роликом 12 в тилу частину рухомої платформи 9.

Головною особливістю запропонованої конструкції є наявність важільного навантажувального пристрою, що забезпечує постійне осьове навантаження, а отже, створює постійне зусилля інструменту на поверхню кулачка, що обробляється, фрикційно-механічним методом.

Іншим підходом до завдання розробки пристрою для ФАБО кулачків розподільного валу є конструкція пристосування, що складається з двох вузлів: копіювального і натирального (рис. 3).



1 – напрямна штовхача; 2 – шпindel верстата; 3 – копір; 4 – патрон верстату; 5 – поверхня, що обробляється (кулачок розподільного валу); 6 – інструмент з антифрикційного матеріалу; 7 – патрон закріплення інструменту; 8 – електродвигун; 9 – піноль задньої бабки верстата; 10 – штовхач з роликами; 11 – пристрій притискання штовхача до копіра; 12 – штанга; 13 – стіл; 14 – основа; 15 – пробка нарізна регульовальна; 16 – пристрій притискання інструменту до поверхні, що обробляється (кулачка розподільного валу); 17 – платформа; 18 – напрямна столу; 19 – напрямна платформи; 20 – кронштейн; 21 – задня бабка верстата; 22 – рукоятка пінолі

Рисунок 3 – Пристрій для ФАБО кулачків розподільного валу

Джерело: розроблено авторами

Копіювальний вузол, що призначений для відтворення геометрії профілю кулачка, складається з двох ідентичних частин, кожна з яких містить: копір 3, кронштейн 20, штовхач із роликом 10, напрямну штовхача 1, притискний пристрій 11. Два штовхачі з'єднані між собою штангою 12.

До складу натирального вузла входять: основа 14, поперечні напрямні 19, якими пересувається платформа 17, стіл 13, на якому встановлений електродвигун 8, на вихідному валу якого кріпиться патрон 7 з латунним інструментом 6. Для поперечного руху столу 13 щодо платформи передбачено напрямні 18. Для створення необхідного зусилля інструмента 6 до деталі 5 на столі змонтовано притискний пристрій 16 з нарізною пробкою 15.

Принцип роботи запропонованої конструкції полягає у наступному. Розподільний вал встановлюється в патронах передньої і задньої бабки токарно-гвинторізного верстата таким чином, щоб вершини копирів і кулачка, що обробляється, збігалися. Далі, переміщенням супорта за допомогою холостого ходу поздовжньої подачі виставляється латунний інструмент у робоче положення – навпроти кулачка.

Притиснення інструменту до робочої поверхні кулачка забезпечується обертанням за годинниковою стрілкою нарізною пробкою притискного пристрою.

При обертанні шпинделя верстата зусилля від копирів 3 через штовхачі зі штангою 11 передається платформі 15 стисненням пружини притискного пристрою 12. Повернення платформи у вихідне положення відбувається під дією стиснутих пружин притискного пристрою.

Таким чином, рухома платформа разом зі столом та інструментом здійснює поперечний зворотно-поступальний рух відносно основи і супорта, копіюючи при цьому профіль кулачка розподільного валу, що обробляється.

При ввімкненні поздовжньої подачі супорта верстата платформа, яка переміщується по штанзі, здійснює поступальний рух паралельно до осі обертання розподільного валу. Латунний інструмент, у свою чергу, який обертається від електродвигуна, притискається з необхідним зусиллям до робочої поверхні кулачка розподільного валу.

Накладення рухів деталі (обертального) та інструменту (обертального і зворотно-поступального), а також стабільний контакт поверхні деталі, що обробляється, та інструменту забезпечують необхідні умови для нанесення покриттів фрикційно-механічним способом.

Відмінною особливістю запропонованої конструкції є наявність копирів, що дають змогу інструменту, який здійснює зворотно-поступальний і обертальний рухи, відстежувати профіль кулачка. Подібне конструкторське рішення також забезпечує стабільне зусилля інструменту до робочої поверхні кулачка за всієї геометрії його профілю.

Слід також зазначити, що запропонована конструкція пристосування для нанесення покриттів дає змогу шляхом додаткового встановлення осцилятора здійснювати осцилюючий рух.

Обґрунтований підхід до розробки конструкції запропонованих пристроїв дозволяє стверджувати про можливість забезпечення необхідних умов для нанесення антифрикційних покриттів на робочу поверхню кулачка розподільного валу. Виконання експериментальних досліджень, що вимагають виготовлення пристрою та проведення випробувань у лабораторних або виробничих умовах, дозволять обрати з двох варіантів конструкцій найбільш ефективний.

Висновки. Важливим результатом виконаної роботи слід вважати обґрунтування конструкції пристроїв для нанесення антифрикційних покриттів на робочу поверхню кулачка з врахуванням геометрії його профілю. Головними відмінними особливостями запропонованих конструкторських рішень є:

- застосування важливої схеми навантаження інструменту, яка забезпечує постійне його навантаження з необхідним зусиллям.

- наявність копіїв, що дозволяє інструменту здійснювати зворотно-поступальний і обертальний рухи за траєкторією, що відповідає формі кулачка, із забезпеченням необхідного стабільного зусилля за всієї геометрії його профілю.

Список літератури

1. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: Монографія. Полтава, 2019. 201 с.
2. Солових Є.К. Тенденції розвитку технологій поверхневого зміцнення у машинобудуванні: Монографія. – Кіровоград: КОД. 2012. – 92 с.
3. Shepelenko I.V. Technological factors influence on the antifriction coatings quality. *Проблеми трибології (Problems of Tribology)*, Хмельницький, 2021. Т.26, №2/100. С.50–57. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2021-100-2-50-57>
4. Черновол М.І., Шепеленко І.В. Пристрої для фрикційно-механічного нанесення покриттів. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету*. 2013. Вип.26. С. 58 – 62. <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/4cda4d8c-a34b-41c3-98c1-e4c54a5d5c3d/content>
5. Черновол М.І., Шепеленко І.В., Василенко І.Ф. та ін. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин: Навчальний посібник. Харків: «Діса плюс», 2025. 347 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/63944>
6. Пат. 35859А Україна, С23С20/00. Спосіб нанесення антифрикційних покриттів / М. І. Черновол, В. В. Черкун, В. М. Наливайко та ін. №99010210; заявл. 14.01.99; опубл. 16.04.01, Бюл.№3.
7. Shepelenko, I., Nemyrovskiy, Y., Stepchyn, Y., Mahopets, S., Melnyk, O. (2024). Creation of a Combined Technology for Processing Parts Based on the Application of an Antifriction Coating and Deforming Broaching. In: Tonkonogiy, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskiy, G., Pavlenko, I. (eds) *Advanced Manufacturing Processes V. InterPartner 2023*. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp. 209-218. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42778-7_19
8. Investigation of Non-abrasive Antifrictional Surface Finishing K. Tiškevičius, J. Padgurskas, I. Prosyčevs Faculty of Engineering, Lithuanian University of Agriculture, Kaunas, Lithuania Institute of Physical Electronics, Kaunas University of Technology ISSN 1392–1320 MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA). Vol. 9, No. 1. 2003.
9. М.М. Косіюк, С.А. Костюк, М.А. Костюк. Технологічне забезпечення нанесення антифрикційного покриття на неповні сферичні поверхні фрикційно-механічним способом. *Вісник Хмельницького національного університету*, 2018. №4. С. 39–43.
10. Шепеленко І.В. Наукові основи технології нанесення антифрикційних покриттів з використанням пластичного деформування: Автореф. дис...д-ра техн. наук: 05.02.08 / НТУУ „КПІ ім. І. Сікорського”. – К., 2021. – 43 с.
11. Кисликов В.Ф., Лушчик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. К.: Либідь, 2006. 400 с.
12. Сирота В.І. Основи конструкції автомобілів. К.: Аристей, 2005. 280 с.
13. Шипунов М. В. Оптимізація роботи газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка*. 2013. Вип. 1(2). С. 166–175. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2013_1%282%29_21
14. Шепеленко І.В., Красота А.М., Красота М.В. Зміна напружено-деформованого стану робочої поверхні деталі з антифрикційним покриттям. *Збірник наукових праць. Науковий вісник. Технічні науки*. №11 (42)_І. Кропивницький, 2025. С.179–189. [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/11\(42\)_I/22.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/11(42)_I/22.pdf)

References

1. Frolov, Ye.A., Kravchenko, S.I., Popov, S.V., Hnitko, S.M. (2019). Tekhnologichne zabezpechennia yakosti produktii mashynobuduvannia [Technological support for the quality of engineering products]. Poltava, 201 s [in Ukrainian].
2. Solovih Ye.K. (2012). Tendenciya rozvitku tehnologij poverhnevoho zmichennya u mashynobuduvanni.. [Trends in the development of surface hardening technologies in mechanical engineering]. Kirovohrad, 92 s [in Ukrainian].
3. Shepelenko I.V. (2021). Technological factors influence on the antifriction coatings quality. *Problems of Tribology*, 26(2)/100. 50–57 <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2021-100-2-50-57> [in English].
4. Chernovol M.I., Shepelenko I.V. (2013). Pystroiy dlya frikciynno-mehanichnogo nanessenya pokryttiv [Devices for friction-mechanical coating]. *Zbirnik naukovih prac Kirovogradskogo nacionalnogo tehnicnogo universitetu*, 26. 58–62 <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/4cda4d8c-a34b-41c3-98c1-e4c54a5d5c3d/content> [in Ukrainian].
5. Chernovol M.I., Shepelenko I.V., Vasilenko I.F. ta in. (2025). Teoretichni osnovi ta tehnologichni procesi vidnovlennya detalej mashin [Theoretical foundations and technological processes for the restoration of machine parts]. Harkiv, 347 s. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/63944> [in Ukrainian].

6. Pat. №. 35859A Ukraina, C23C20/00. Sposib nanesennya antifrikciynih pokryttiv / Chernovol M.I., Cherkun V.V., Nalivajko V.M. ta in. №99010210; zaiavl. 14.01.99; opubl. 16.04.01, Biul. №3 [in Ukrainian].
7. Shepelenko, I., Nemyrovskiy, Y., Stepchyn, Y., Mahopets, S., Melnyk, O. (2024). Creation of a Combined Technology for Processing Parts Based on the Application of an Antifriction Coating and Deforming Broaching. In: Tonkonogiy, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskyi, G., Pavlenko, I. (eds) *Advanced Manufacturing Processes V. InterPartner 2023*. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp. 209-218. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42778-7_19 [in English].
8. Investigation of Non-abrasive Antifrictional Surface Finishing K. Tiškevičius, J. Padgurskas, I. Prosyčevs Faculty of Engineering, Lithuanian University of Agriculture, Kaunas, Lithuania Institute of Physical Electronics, Kaunas University of Technology ISSN 1392-1320 *MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA)*. Vol. 9, No. 1. 2003 [in English].
9. Kosiiuk M.M., Kostiuik S.A., & Kostiuik M.A. (2018) Tekhnologichne zabezpechennia nanesennia antyfraktsiynoho pokryttia na nepovni sferychni poverkhni fryktsiino-mekhanichnym sposobom [Technological support for the application of antifriction coating on incomplete spherical surfaces by friction-mechanical method]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. No. 4. 39–43 [in Ukrainian].
10. Shepelenko I.V. (2021). Naukovi osnovi tehnologiyi nanesennya antifrikciynih pokryttiv z vikoristannyam plastichnogo deformuvannya [Scientific basis of the technology of applying antifriction coatings using plastic deformation]. *Avtoreferat disertatsiyi doktora tehnicnih nauk*, 43 s [in Ukrainian].
11. Kislikov, V.F., Lushchik, V.V. (2006). Budova y ekspluatatsiia avtomobiliv [Structure and operation of cars]. Kyiv: Lybid, 400 s [in Ukrainian].
12. Syrota, V.I. (2005). Osnovy konstruktsii avtomobiliv [Fundamentals of car design]. Kyiv: Arystei, 280 s [in Ukrainian].
13. Shypunov, M. V. (2013). Optyimizatsiia roboty hazorozpodilnoho mekhanizmu dvyhuna vnutrishnoho zghoriannia [Optimising the operation of the gas distribution mechanism of an internal combustion engine]. *Zbirnyk naukovykh prats Poltavskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu imeni Yu. Kondratiuka*. Seriia: *Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo*. Vyp. 1(2). 166–175 http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2013_1%282%29_21 [in Ukrainian].
14. Shepelenko I.V., Krasota A.M., Krasota M.V. (2025). Zmina napruzhenno-deformovanogo stanu robochoyi poverhni detali z antifrikciynim pokryttiam [Changing the stress-strain state of the working surface of a part with an antifriction coating]. *Zbirnyk naukovykh prac. Naukovy visnik. Tehnicni nauki*. №11 (42)_I. 179–189. [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/11\(42\)_I/22.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/11(42)_I/22.pdf) [in Ukrainian].

Ihor Shepelenko, Prof., DSc, **Artem Krasota**, **Vasiliy Gutsul**, Assoc. Prof., PhD tech. sci,
Mykhailo Krasota, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Substantiation of the Design of a Device for Machining Camshaft Cams by the Friction-Mechanical Method

An analysis of traditional friction-mechanical antifriction coating application schemes, as well as devices for their implementation, have shown their effectiveness in treating surfaces of parts with the shape of a body of revolution. However, for machining complex profile surfaces, which include camshaft cams, the use of such schemes is unacceptable due to the lack of stable contact between the tool and the part. The aim of the presented work is to substantiate the design and develop a device for finishing antifriction non-abrasive machining of camshaft cams by friction-mechanical method.

The ways to achieve the goal are determined - to provide the necessary trajectory of movement of the tool or part, which copies the shape of the cam and creates the necessary conditions for the qualitative implementation of the selective transfer of antifriction material to the working surface of the part. This can be achieved through the use of a lever-type tool loading scheme that ensures a constant tool pressure force on the cam surface, taking into account its geometry. The proposed approach made it possible to develop the design of a device for applying antifriction coatings with a finishing antifriction non-abrasive treatment to the working surface of camshaft cams. Another approach to solving this problem is to use the design of a device containing copying and rubbing units.

The presence of copiers in the proposed device ensures the creation of reciprocating and rotational movement of the tool along a trajectory corresponding to the shape of the cam with the required stable force. The justification of the device designs allows us to assert the possibility of providing high-quality conditions for the finishing antifriction non-abrasive machining of camshaft cams. Experimental studies that require the manufacture of the device and testing in laboratory or production conditions will allow you to choose the most effective design from the two options.

camshaft, automotive tractor engine, antifriction coating, wear resistance, friction-mechanical method, lever loading scheme of the tool, copying device

Одержано (Received) 08.05.2025

Прорецензовано (Reviewed) 16.05.2025

Прийнято до друку (Approved) 20.05.2025