

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
«Удосконалення галтувальної машини для обробки деталей легкої промисловості»
здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії

Кошеля Олександра Сергійовича
за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування
(галузь знань 13 – Механічна інженерія).

Кафедра механічної інженерії
Київського національного університету технологій та дизайну

Актуальність теми та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю вирішення завдання удосконалення галтувальної машини для обробки деталей легкої промисловості з можливістю утворення необхідних технологічно обумовлених режимів руху деталей.

Обробка деталей легкої промисловості в замкнених робочих ємностях, що мають складний рух є ефективним способом виконання оздоблювальних та зачищувальних технологічних операцій. В такий спосіб обробляється переважна більшість деталей легкої промисловості, що відноситься до фурнітурної групи, виконуються операції відділення ливників від полімерних або металевих деталей, які отримано після лиття, та їх фінішна механічна обробка.

Привабливий зовнішній вигляд деталей легкої промисловості, що високо цінується під час обробки масиву деталей на галтувальних машинах, можна отримати, якщо певні технологічні операції виконувати з дотриманням вимог технологічно обумовлених режимів руху деталей у робочій ємності. Сучасні машини для обробки деталей з одним приводним валом технічно не дозволяють забезпечити варіювання необхідної послідовності режимів обробки на одному й тому самому обладнанні протягом усього циклу його роботи – від початку до завершення обробки одного масиву деталей.

Створення та дослідження універсальної галтувальної машини з складним просторовим рухом робочої ємності та двома незалежними ведучими валами з можливостями регулювання та зміни режимів руху масиву деталей у ємності є актуальною задачею удосконалення існуючого технологічного обладнання для обробки деталей легкої промисловості.

Дисертацію виконано у межах науково-дослідної роботи «Теоретичні основи проєктування машин для обробки дрібних деталей в ємностях зі складним рухом» (№ держреєстрації 0122U001822, 03.2022 – 12.2025рр.), а отримані результати буде розвинуто у науково-дослідній роботі «Розроблення енергоефективного комплексу для вторинної переробки відходів полімерних матеріалів» (шифр теми 16.04.80 МВ ДБ, 01.2026 – 12.2028 рр.).

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Особистий внесок здобувача полягає у обранні теми дисертаційної роботи, формулюванні предмета та об'єкта дослідження. Здобувач самостійно запропонував ідею реалізації удосконалення існуючого просторового двокривошипного механізму з однією ведучою та іншими веденими ланками з

метою створення універсальної машини для обробки деталей легкої промисловості з широким діапазоном регулювань та функціональних можливостей за допомогою зміни структурної компоновки механічної системи машини. Застосування двох незалежних приводів відносного та переносного рухів робочої ємності дозволило отримати складний рух масиву деталей з можливістю незалежного регулювання інтенсивності його руху вздовж та навколо геометричної осі ємності циліндричної форми та необхідні для обробки деталей режими руху.

Здобувачем розроблено відповідні фізичні моделі та аналітично отримано рівняння впливу основних конструктивних параметрів машини удосконаленої конструкції на параметри руху приводних валів машини з урахуванням режиму руху робочого масиву деталей.

Згідно з результатами математичної обробки експериментальних досліджень здобувачем отримано математичні моделі залежностей частот обертання відносного та переносного ведучих валів машини в залежності від кута нахилу робочої ємності циліндричної форми її радіуса і довжини та з урахуванням режиму руху робочого масиву, виконано перевірку їх адекватності та порівняльний аналіз з результатами отриманими аналітично, зроблено відповідні висновки.

За результатами проведених аналітичних та експериментальних досліджень здобувачем підготовлено ряд наукових публікацій та прийнято участь в роботі наукових конференцій.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

Дисертаційна робота Кошеля Олександра Сергійовича є завершеною науковою роботою, яка поєднує аналітичні та експериментальні дослідження.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, представлених у дисертаційній роботі, базується на логічно та послідовно проведеному аналітичному дослідженні, яке підтверджено результатами спланованого, коректно проведеного та математично обробленого експерименту.

Використання математичних методів обробки та статистичного аналізу результатів експерименту дозволило отримати достовірні математичні моделі й провести порівняльний аналіз результатів із необхідною дев'яностоп'ятивідсотковою точністю, що є загально прийнятою під час виконання науково-технічних завдань.

Основні результати дослідження, ступінь їх науково новизни та значущості.

У дисертаційній роботі на основі виконаних аналітичних та експериментальних досліджень встановлено взаємозв'язок конструктивних і технологічних характеристик машини удосконаленої конструкції та режиму руху масиву деталей у її робочій ємності. При цьому вперше:

- аналітично отримано математичні моделі впливу кута нахилу робочої ємності циліндричної форми на режим руху робочого масиву деталей у машині удосконаленої конструкції;

- аналітично отримано математичні моделі впливу радіуса робочої ємності циліндричної форми на режим руху робочого масиву деталей у машині удосконаленої конструкції;

- аналітично отримано математичні моделі впливу довжини робочої ємності циліндричної форми на режим руху робочого масиву деталей у машині

удосконаленої конструкції;

- отримано підтвердження рівномірного обертання робочої ємності галтувальної машини удосконаленої конструкції на основі проведеного кінематичного дослідження обраного просторового шарнірного з'єднання ведучого вала відносного руху та ємності;

- експериментально отримано математичні моделі впливу кінематичних параметрів руху ведучих валів машини на режим руху масиву деталей у робочій ємності для змінних за величиною кутів її нахилу, радіусів та довжин;

- на основі виконаного порівняльного аналізу результатів аналітичних та експериментальних досліджень взаємозв'язків конструктивних і технологічних характеристик машини удосконаленої конструкції та режиму руху масиву деталей в її робочій ємності встановлено їх збігання із 95 % імовірністю.

Доведені переваги галтувальної машини удосконаленої конструкції:

- для забезпечення каскадно-водоспадного режиму руху робочого масиву деталей у галтувальній машині удосконаленої конструкції встановлено: зміна кута нахилу робочої ємності циліндричної форми від $\alpha = 20^\circ$ до $\alpha = 60^\circ$ призводить до необхідності зменшення максимальної частоти ведучого вала переносного обертання на 28,9% та відповідного одночасного збільшення максимальної частоти ведучого вала відносного обертання на 37,1%, при чому для переносного обертання спостерігається зменшення інтенсивності зміни максимальної швидкості, а для відносного обертання, навпаки, її збільшення;

- для забезпечення каскадно-водоспадного режиму руху робочого масиву деталей у галтувальній машині удосконаленої конструкції встановлено: зміна радіуса робочої ємності циліндричної форми від $r = 0,06$ м до $r = 0,1$ м призводить до необхідності зменшення максимальної частоти ведучого вала переносного обертання на 6,5% та відповідного зменшення максимальної частоти ведучого вала відносного обертання на 22,7%, при чому для переносного обертання зміна інтенсивності максимальної швидкості не спостерігається, а для відносного вона зменшується;

- для забезпечення каскадно-водоспадного режиму руху робочого масиву деталей у галтувальній машині удосконаленої конструкції встановлено: зміна довжини робочої ємності циліндричної форми від $l = 0,210$ м до $l = 0,290$ м призводить до необхідності збільшення максимальної частоти ведучого вала переносного обертання на 6,6% та відповідного зменшення максимальної частоти ведучого вала відносного обертання на 2,3%, при чому зміна інтенсивності переносної та відносної максимальних швидкостей не спостерігається.

Практичне значення роботи:

- розроблено та створено універсальну галтувальну машину для обробки деталей легкої промисловості з розширеними можливостями регулювань;

- на основі проведеного динамічного врівноважування рухомої механічної системи галтувальної машини удосконаленої конструкції з урахуванням маса-інерційних характеристик деталей легкої промисловості розраховано масу противаги, що дорівнює 4,3 кг, яку встановлюємо діаметрально протилежно до кривошипа з можливістю конструктивної зміни довжини її плеча відносно осі обертання в межах від 0,08 м до 0,42 м;

- розраховано величини приведених крутних моментів та їхніх потужностей

на приводних валах відносного та переносного руху робочої ємності удосконаленої машини для обробки деталей легкої промисловості, які, відповідно, склали 2,22 Н·м; 9,46 Н·м та 40,1 Вт; 58,4 Вт;

– виконано підбір електродвигунів, редукторів та муфт двох незалежних приводів удосконаленої машини для обробки деталей легкої промисловості, зроблено перевірочні розрахунки та отримано підтвердження виконання умов міцності.

Результати досліджень впроваджені та успішно використовуються у освітньому процесі кафедри Механічної інженерії Київського Національного Університету Технологій та Дизайну для студентів освітньо-професійної програми «Машинобудування» спеціальності 133 Галузеве машинобудування (G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)), спеціалізації G11.03 Машинобудування (Технологічні машини та обладнання) першого бакалаврського рівня та освітньо-науковій програмі «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 Галузеве машинобудування (G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)) третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти. Результати дисертаційного дослідження впроваджені у лекційні курси та курси практичних і лабораторних робіт з дисциплін «Теорія механізмів і машин», «Теоретична механіка», «Основи аналізу механічних систем» для здобувачів першого бакалаврського рівня та з дисципліни «Аналіз і синтез складних механічних систем» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Основні положення і результати дисертаційного дослідження відображено у 25 наукових роботах, з них – 13 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, яке входить до міжнародних науко-метричних баз Scopus, 5 патентів на корисну модель та 6 тез доповідей на наукових конференціях. Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

Основний зміст дисертації викладено у роботах:

Публікації в міжнародних базах даних Scopus:

1. Zalyubovskii Mark. Synthesis and research of the spatial eight-link mechanism of the barreling machine / M.Zalyubovskii, I.Panasyuk, S.Koshel, **O.Koshel**, L.Akimova // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* – 2024. – №3. С. 42-49 DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-3/042>.

Публікації у зарубіжних та наукових фахових виданнях України, внесених до міжнародних наукометричних баз:

2. Залюбовський М.Г. Визначення залежності між зміною режимів руху робочого масиву та конструктивними особливостями галтувальної машини типу «TURBULA» / М.Г. Залюбовський, І.В. Панасюк, **О.С. Кошель** // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.* – 2022. – № 6. – С. 82-89 DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-315-6-82-88>;

3. Кошель С.О. Структурний аналіз механізмів четвертого класу з трьома складними ланками / С.О. Кошель, Г.В. Кошель, М.Г. Залюбовський, **О.С. Кошель**

- // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2023. – № 4. – С. 168-180. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4-168-179>;
4. Залюбовський М.Г. Визначення екстремальних значень реакцій у кінематичних парах галтувальної машини, у якій ємність здійснює складний просторовий рух // М.Г. Залюбовський, І.В. Панасюк, **О.С. Кошель** // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2023. – № 5. – С. 74-80 DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-325-5-74-80>;
5. Кошель С.О. Кінематичне дослідження механізму четвертого класу з трьома поступальними та іншими обертальними кінематичними парами/ С.О. Кошель, Г.В. Кошель, М.Г. Залюбовський, **О.С. Кошель** // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2023. – № 6. – С. 194-198. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-329-6-194-198>;
6. Залюбовський М.Г. Параметричний синтез статично визначених просторових механізмів галтувальних машин// Залюбовський М.Г. , Заїка О. , **Кошель О.С.**, Кошель Г.В // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2024. – № 1. – С. 347-355 DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-53>;
7. Koshel S. Determining the accelerations of points of a planar eight-link third-class mechanism using graph-analytical method / S. Koshel, G. Koshel, M. Zalyubovskiy, **O. Koshel** // Proceedings of Odessa Polytechnic University. – 2024. – 1(69). – P. 16-22 DOI: <https://doi.org/10.15276/opu.1.69.2024.02>;
8. Залюбовський М.Г. Синтез та аналітичне дослідження просторового механізму з двома ступенями рухомості галтувальної машини / Залюбовський, М., Панасюк, І., Кошель, Г., **Кошель, О** // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2024. – № 4. – С. 80-90 DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-339-4-13>;
9. Залюбовський М.Г. Синтез статично визначеного шарнірного просторового механізму галтувальної машини / Залюбовський, М., Панасюк, І., Кошель, С., **Кошель, О.**, Романюк О. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2025. – № 1. – С. 77-83 DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-10>;
10. Koshel S. Structural analysis of a third-class ten-link mechanism with two complex links / S. Koshel, H. Koshel, M. Zalyubovskii, S. Popovichenko, **O. Koshel** // Proceedings of Odessa Polytechnic University. – 2025. – № 1(71). – P. 33-38. DOI: <https://doi.org/10.15276/opu.1.71.2025.03>;
11. **Кошель О. С.** Визначення абсолютного лінійного прискорення точки робочої ємності просторового механізму галтувальної машини / О. С. Кошель, І. В. Панасюк // Технології та інжиніринг, Київський Національний Університет Технологій та Дизайну . - 2025. – Т. 26 № 5. – С. 31–38. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2025.5.3>;
12. **Кошель О.С** Експериментальне дослідження впливу кута нахилу геометричної осі робочої ємності циліндричної форми у галтувальній машині удосконаленої конструкції на режими руху масиву деталей у технологічній ємності / О.С. Кошель, М.Г. Залюбовський, С.О. Кошель, Г.В. Кошель // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2026. – № 2. – С. 50-57. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-363-6>;

13. **Кошель О.С.** Експериментальне дослідження впливу радіуса циліндричної робочої ємності на режим руху масиву деталей у технологічній ємності галтувальної машини / О.С. Кошель, М.Г. Залюбовський, С.О. Кошель, Г.В. Кошель // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2026. – № 3. – С. 148-154 DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-365-22>;

14. **Кошель О.С.** Експериментальне дослідження впливу довжини ємності на рух масиву деталей у машині для обробки деталей / О.С. Кошель, М.Г. Залюбовський, С.О. Кошель, Г.В. Кошель // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2026 – Том 37 (76) № 1 – С. 7-15 DOI: <https://www.doi.org/10.32782/2663-5941/2026.1.1/02>.

Патенти на корисну модель

15. Пат. 155593 U Україна. МПК (2024.01) B01F 31/00 B24B 31/00. Машина для обробки деталей / Залюбовський М. Г., Панасюк І., **Кошель О. С.**, Кошель С. О., Кошель Г. В. – и 202304572; заяв. 27.09.2023, опубл. 13.03.2024, бюл. №11/2024;

16. Пат. 155458 U Україна. МПК (2024.01) B01F 31/00 B24B 31/00. Машина для обробки деталей / Кошель С. О., Панасюк І.В., Залюбовський М. Г., **Кошель О. С.**, Кошель Г. В., – и 202304573; заяв. 27.09.2023, опубл. 28.02.2024, бюл. №9/2024;

17. Пат. 160695 U Україна. МПК (2025.01) B24B 31/00 B01F 31/00. Машина для обробки деталей / Кошель С. О., **Кошель О. С.**, Панасюк І.В., Залюбовський М. Г., Кошель Г. В., – и 202500084; заяв. 07.01.2025, опубл. 01.10.2025, бюл. №40/2025;

18. Пат. 160464 U Україна. МПК (2025.01) B01F 31/00 B24B 31/00. Машина для обробки деталей / Залюбовський М. Г., Панасюк І.В., Кошель С.О., **Кошель О. С.**, Кошель Г. В., – и 202500376; заяв. 29.01.2025, опубл. 10.09.2025, бюл. №37/2025;

19. Пат. 160455 U Україна. МПК (2025.01) B01F 31/00 B24B 31/00. Машина для обробки деталей / Кошель С. О., **Кошель О. С.**, Панасюк І.В., Залюбовський М.Г., Кошель Г. В., – и 202500085; заяв. 07.01.2025, опубл. 10.09.2025, бюл. №37/2025.

20. **Кошель О.С.** Аналіз механізму з структурною групою ланок третього класу / О.С. Кошель, І.В. Панасюк //Сучасні тенденції розвитку інженерії, технологій та транспорту: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 18-19 жовтня 2022 р. – Хмельницький : ХНУ, 2022. С. 56-59;

21. **Кошель О.С.** Аналіз машин з рухомими робочими ємкостями для обробки деталей виробів легкої промисловості / Залюбовський, І.В. Панасюк, О.С. Кошель// Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023): тези доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25–26 травня 2023 р.): у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. С. 99-101 ISBN 978-617-7932-46-7;

22. **Кошель О.С.** Удосконалення просторового механізму машини для поверхневої обробки деталей з можливістю регулювання режимів руху робочого

масиву / О.С. Кошель, М.Г. Залюбовський, І.В. Панасюк // Мехатронні системи : інновації та інжиніринг : тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: КНУТД, 2023. – С. 38-40;

23. **Кошель О.С.** Розробка конструкції машини для поверхневої обробки деталей індустрії моди/ О.С. Кошель, І.В. Панасюк // Мехатронні системи : інновації та інжиніринг : тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: КНУТД, 2024. – С. 43-45;

24. **Кошель О.С.** Машина нової конструкції для обробки деталей легкої промисловості/ О.С. Кошель, І.В. Панасюк // Електромеханічні, інформаційні системи та нанотехнології: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції EMIS 2025. – Київ: КНУТД, 2025. – С. 32-33;

25. **Кошель О.С.** Удосконалення машини для обробки деталей індустрії моди / О.С. Кошель, І.В. Панасюк // Сучасні технології промислового комплексу – 2025: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції (17–19 вересня 2025 р.). – Херсон, Хмельницький: ХНТУ, 2025. – випуск 9.–С. 129-131.

У наукових публікаціях, підготовлених зі співавторами, особистий внесок здобувача полягає у формулюванні теми, мети, завдань, характеристиці об'єкта і предмета дослідження, огляду наукових праць за обраною темою тощо. Здобувачем обґрунтовано аналітичні дослідження, створено експериментальну машину, розроблено та реалізовано план експериментальних досліджень, виконано математичну обробку отриманих результатів, зроблено висновки.

Апробація результатів дослідження.

Теоретичні, методичні та практичні положення дисертаційної роботи доповідались на 6 міжнародних науково-практичних конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сучасні тенденції розвитку інженерії, технологій та транспорту» (м. Хмельницький, 18-19 жовтня 2022 р.), XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023)» (м. Чернігів, 25–26 травня 2023 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг» (м. Київ, 2023), VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг» (м. Київ, 2024), Міжнародній науково-практичній конференції «Електромеханічні, інформаційні системи та нанотехнології» (м. Київ, 2025), IX Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології промислового комплексу – 2025» (Херсон, Хмельницький 17–19 вересня 2025 р.).

Оцінка мови та стилю дисертації.

Зміст дисертації викладений українською мовою чітко, в зрозумілій формі, логічно та послідовно з використанням науково-технічної термінології. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Загальні висновки в повній мірі відповідають поставленій меті та завданням досліджень.

Загальний висновок:

Вважати, що дисертаційна робота Кошеля Олександра Сергійовича «Удосконалення галтувальної машини для обробки деталей легкої промисловості», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за

актуальністю, ступенем новизни, науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п. 5-9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», та відповідає напряму освітньо-наукової програми Київського національного університету технологій та дизайну за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування».

Рекомендувати дисертаційну роботу Кошеля Олександра Сергійовича на тему «Удосконалення галтувальної машини для обробки деталей легкої промисловості», подану на здобуття ступеня доктора філософії до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування».

Головуючий на засіданні,
Завідувач кафедри
механічної інженерії



Олексій ВОЛЯНИК

