



## **ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи, управління розвитком та міжнародних зав'язків  
Донбаської державної  
машинобудівної академії

Богдан ВОРОБІЙОВ

"11" червня 2026 р.

### **Висновок**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення  
результатів дисертації «Підвищення ефективності обробки лезвійним  
інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс»  
здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю  
133 Галузеве машинобудування (галузь знань 13 Механічна інженерія)  
Олега Євгеновича Мироненка  
Наукового семінару кафедри «Машинобудування»**

#### **1. Актуальність теми дисертації**

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі важкого машинобудування України, яка полягає у підвищенні ефективності обробки лезвійним інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс які застосовуються у важконавантажених великомодульних зубчастих передачах із постійним навантаженням зачеплення в одному напрямку. Процеси лезвійної обробки, вибір і призначення оптимальних режимів зубофрезерування з урахуванням енерговитрат та забезпечення експлуатаційних властивостей контактуючих поверхонь великомодульних зубчастих коліс з асиметричним профілем практично не досліджувалися. Тому проведення комплексних досліджень процесу обробки щодо забезпечення асиметричного профілю і якості поверхневого шару зубчастих коліс шляхом оптимізації процесу зубофрезерування стало б визначальним напрямком у підвищенні ефективності обробки під час виготовлення великогабаритних машин, редукторів, рудорозмелювальних млинів, транспортерів, де застосовують важконавантажені великомодульні зубчасті передачі .

#### **2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами Академії та кафедри**

Тема дисертації О.Є. Мироненка повністю відповідає науковому напрямку кафедри «Машинобудування» науковому напрямку «Галузеве машинобудування». Дисертація виконана в межах держбюджетної НДР Міністерства освіти і науки України: «Розробка та вдосконалення верстатострументальних систем важкого машинобудування для енергоефективної обробки деталей » (ДП № 0118U006894) в якій здобувач приймав участь як виконавець .

#### **3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**

Аспірантом О.Є. Мироненко були особисто зроблені наступні види робіт:

проведений аналітичний огляд і визначити перспективні напрями підвищення ефективності та якості зубообробки асиметричних циліндричних зубчастих коліс; обґрунтована доцільності використання конкретних методів зубообробки для формування асиметричного профілю циліндричних зубчастих коліс; з урахуванням особливостей формоутворення зубчастих коліс з асиметричним профілем, виходячи із системного підходу, визначені основні принципи інструментального забезпечення з використанням збірних модульних фрез; досліджено динамічні процеси та закономірності розподілу теплових потоків при зубофрезеруванні великомодульних зубчастих вінців збірними черв'ячними фрезами при знятті великих перетинів зрізу; визначити критерії вибору оптимальних режимів лезвійної обробки для підвищення ефективності фрезерування асиметричних зубчастих коліс.

#### **4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій**

Наукові досягнення за роботою мають такі цінні результати: 1) Встановлено що, для зубчастих передач з постійним навантаженим зачепленням в одному напрямку особливу роль відіграє зона контакту, яка визначає рівень експлуатаційної надійності при високих навантаженнях, тому для робочого профілю зуба колеса рекомендується застосовувати більший кут тиску, для неробочого профілю – менший. Коефіцієнт асиметрії зубчастої передачі  $K$  визначає вирівнювання накопичення контактних напружень у поверхневому шарі зуба, який залежить від кількості циклів навантаження на асиметричну поверхню зуба колеса та забезпечує менші ударні навантаження під час входу в зачеплення. 2) З метою поліпшення умов чистової обробки великомодульних асиметричних зубчастих коліс та забезпечення оптимального припуску на зубі колеса під шліфування розроблено алгоритм визначення оптимальних розмірів профілю черв'ячних фрез із протуберанцем з метою забезпечення сприятливих умов чистової обробки за рахунок нерівномірного розподілу припуску: більшим біля вершини, меншим біля ніжки зуба 3) Розроблено алгоритм виготовлення великомодульних асиметричних зубчастих коліс з урахуванням параметрів стану робочих поверхонь, точності форми зуба колеса, що забезпечують задані експлуатаційні властивості, а отже, високу надійність вузлів редукторів та передаточних механізмів. 4) Доведено що пластичне деформування під час зубофрезерування змінюється в процесі формоутворення робочих поверхонь асиметричних зубчастих коліс та залежить від особливостей обробки і геометрії ріжучого леза фрези і розглядається з урахуванням кінематики руху інструмента й умов формоутворення. З урахуванням проведених експериментальних досліджень щодо забезпечення формоутворення поверхневого шару під час обробки асиметричних зубчастих коліс необхідно враховувати особливості фізичних процесів при зубофрезеруванні та режимів обробки. 5) На основі особливостей формоутворення зубчастих коліс з асиметричним профілем, виходячи із системного підходу визначені основні принципи інструментального забезпечення та запропоновано конструктивні варіанти збірних модульних фрез для нарізання великомодульних зубчастих коліс на важких зубофрезерних верстатах з урахуванням особливостей обробки. 6) Досліджено вплив особливостей конструкцій спеціальних черв'ячних модульних фрез з механічним

кріпленням багатогранних твердосплавних пластин та режимів зубофрезерування при формоутворенні великомодульних асиметричних зубчастих коліс на динамічні характеристики технологічної системи. Характер осцилограм Мкр. фрез з роздільною схемою формоутворення свідчить про більшу плавність процесу різання та менші зусилля різання при зубофрезеруванні за рахунок збільшення в 1,5 рази ріжучих пластин вздовж довжині одного витка фрези, ніж у стандартної, тому за один оберт фрези крутного моменту частіше, а періоди відсутності процесу різання є набагато меншими. 7) Доведено що, при зубофрезеруванні великомодульних асиметричних зубчастих вінців рудорозмельних млинів з високолегованих сталей на поверхні твердосплавної багатогранної пластини з криволінійною передньою поверхнею на збірній черв'ячній модульній фрезі виникаюча температура визначає продуктивність обробки, стійкість твердосплавної пластини і елементів збірної фрези. Розроблена математична модель, яка дозволяє при зубофрезеруванні великомодульних зубчастих коліс збірними черв'ячними фрезами і знятті великих перетинів зрізу прогнозувати розподіл теплових потоків і температуру в системі: стружка – твердосплавна пластинка збірної черв'ячної фрези – зубчастий вінець. 8) Для впровадження енергозберігаючих технологій на виробництві спочатку необхідно дослідити технологічні фактори, що визначають електроспоживання, і на цій основі, побудувати оптимізаційні моделі енергоефективності процесу зубофрезерування. Реалізація такого підходу вимагає використання не одного, а декількох критеріїв, що впливають на ефективність зубофрезерування – наведені витрати, продуктивність праці, витрата твердого сплаву, потужність різання. Включення в систему цільових функцій потужності різання дозволяє призначати оптимальні режими процесу зубообробки, що мінімізують в певних межах енерговитрати.

Запропонований регламент вибору і призначення параметрів обробки при фрезеруванні великомодульних асиметричних зубчастих коліс дозволяє забезпечити :

- підвищення продуктивності в 1,5 рази при максимальній стійкості фрези;
- формоутворення заданих параметрів циліндричних асиметричних зубчастих коліс за максимальної продуктивності;
- високу надійність фрез з механічним кріпленням багатогранних пластин під час обробки великомодульних асиметричних зубчастих коліс.

## **5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру**

1) Уперше розроблено напрямки забезпечення високої продуктивності процесу обробки лезвійним інструментом великомодульних циліндричних зубчастих коліс з асиметричним профілем зуба шляхом багатокритеріальної оптимізації режимів зубофрезерування з урахуванням енергоефективності та особливостей процесу формоутворення збірними модульними фрезами, що дає змогу забезпечити прогнозовану асиметричну форму, якість поверхневого шару зубців та задані експлуатаційні властивості зубчастих передач. 2) Науково обґрунтовано та побудовано оптимізаційну модель енергоефективної обробки великомодульних циліндричних зубчастих коліс з асиметричним профілем з урахуванням не одного, а декількох критеріїв, що впливають на ефективність

зубофрезерування – приведені витрати, продуктивність праці, витрати твердого сплаву, потужність різання. Включення в систему цільових функцій потужності різання, дозволяє виявити оптимальні режими процесу обробки, що мінімізують в певних межах енерговитрати. 3) Уперше розроблено математичну модель розподілу теплових потоків при фрезеруванні крупномодульних зубчастих вінців збірними черв'ячними фрезами з криволінійною формою передньої поверхні твердосплавної пластини і знятті великих перерізів зрізу. Запропонована математична модель дозволяє прогнозувати при заданих режимах різання розподіл теплових потоків і температуру в системі: стружка – твердосплавна пластинка збірної черв'ячної фрези – зубчастий вінець. 4) Уперше впроваджено системний підхід до інструментального забезпечення формоутворення зубчастих коліс з асиметричним профілем, що базується на апараті відповідностей і графовій моделі. Цей підхід враховує особливості елементів технологічної системи, а інструментальна система розуміється як набір конструктивних варіантів і розмірів збірних фрез з механічним кріпленням багатогранних пластин для формоутворення великомодульних зубчастих коліс

## **6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації**

1. KLOCHKO Alexander, BASOVA Yevheniia, GASANOV Magomediemin, ZAKOVOROTNY Alexander, FEDORENKO Vitaly, MYRONENKO Oleh,, VORONTSOV Borys, RYAZANTSEV Anton, PROTASOV Roman. Scientific Basis for the Substantiation of Process Regulations for the Micro-Cutting of Hardened Gears // *Strojnický časopis – Journal of MECHANICAL ENGINEERING*, – Bratislava : Volume 73, No. 2, (2023) ISSN: 0039-2472, e-ISSN: 2450-5471, DOI: [10.2478/scjme-2023-0023](https://doi.org/10.2478/scjme-2023-0023)
2. Охрименко О.О., Камчатна–Степанова К.В., Клочко Л.В., Пермяков Є.О., Мироненко О.Є., Иванченко В.В. Аналітичний підхід прогнозування стану міцнісних параметрів асиметричних зубчастих коліс. // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Технології в машинобудуванні = *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*. Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – №2 (8) 2023. – С. 126–133. – ISSN 2079–004X, DOI: [https://doi.org/10.20998/2079-004X.2023.2\(8\).15](https://doi.org/10.20998/2079-004X.2023.2(8).15)
3. Юрчишин О.Я., Півень Л.В., Скідан Н.П. , Пермяков Є.О., Мироненко О.Є., Юрьев М.В. Функціональний зв'язок умов обробки з параметрами стану поверхні зубів рійок. // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Технології в машинобудуванні = *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*. Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – № 1 (7) 2023. – С. 22–28. – ISSN 2079-004X, DOI: [https://doi.org/10.20998/2079-004X.2023.1\(7\).07](https://doi.org/10.20998/2079-004X.2023.1(7).07)
4. Васильченко Я.В. Мироненко О.Є Підвищення міцності привідних шестерень безпілотних літальних апаратів. // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Технології в машинобудуванні = *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*. Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2025. – №1 (11) 2025. – С. 47–52. – ISSN 2079–004X, DOI: [https://doi.org/10.20998/2079-004X.2025.1\(11\).05](https://doi.org/10.20998/2079-004X.2025.1(11).05)
5. Васильченко Я. В., Мироненко О.Є. Моделювання теплових потоків у системі « збірна черв'ячна модульна фреза-стружка-зубчастий вінець» обробки великомодульних зубчастих коліс. // *Науковий вісник Івано – Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2025-№2(59)- с134-143. – ISSN 1993-9965, DOI: [https://doi.org/10.31471/1993-9965-2025-2\(59\)-134-143](https://doi.org/10.31471/1993-9965-2025-2(59)-134-143), <https://nv.nung.edu.ua/index.php/nv>
6. Мироненко О. Є. Оптимізація режимів зубофрезерування асиметричних зубчастих коліс черв'ячними фрезами оснащеними твердосплавними пластинами з урахуванням енерговитрат // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Механізація та

Інші праці

7. Тимофєєв Ю. В., Шаповалов В. Ф., Ключко О. О., Мироненко Є.В., Трунов В.В., Мироненко О.Є. Спеціальні технології зубообробки крупномодульних загартованих коліс :[монографія] – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 128 с. ISBN 978-966-379-524-9.

**7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо**

1. Камчатна-Степанова К.В., Скоркін А.О., Півень Л.В., Антоненко Я.С., Мироненко О.Є. Співвідношення сумарних периметрів одночасно ріжучих зубів стандартних фрез і фрез із роздільною схемою формоутворення шевронних коліс // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку : матеріали 20-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 01-03 вересня 2022 р., Краматорськ – Тернопіль / [заг. ред. В. Д. Ковальова] ; Донбас. держ. машинобуд. акад. ; Тернопіль. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. – Електрон. текст. дані. – Краматорськ : ДДМА, 2022 С. 79. ISBN 978-617-7889-20-4

2. Ключко О.О. Саприкіна Є.В., Мироненко О.Є. Ланцюгове логарифмічне сполучення зубчастих передач. // XXXI Міжнародна науково-технічна конференція. MicroCAD-2023 .17-23 травня 2023р м.Харків НТУ «ХП» - С 171 . ISBN 2222-2944

3. Васильченко Я.В., Мироненко О.Є. Вибір параметрів асиметричних передач для редукторів у важкому машинобудуванні. // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XXI Міжнародної науково-технічної конференції 20 – 22 червня 2023 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. – Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2023. – С. 83–85. ISBN 978-617-7889-45-7.

4 Васильченко Я.В., Мироненко О.Є. Вимірювання зубчастих асиметричних передач циліндричних коліс. // «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку», 28-30 травня 2024 року, м. Краматорськ-Тернопіль, ДДМА – С.34. ISBN 978-617-7889-70-9

5. Васильченко Я.В., Мироненко О.Є . Асиметричні зубчасті передачі для редукторів у важкому машинобудуванні. //Матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. « Сучасні технології промислового комплексу» (17-19 вересня 2024 р., м. Херсон, м. Хмельницький). С - 135. ISBN 978-617-8187-33-0 (електронне видання).

6. Я. В. Васильченко, О. Є. Мироненко. Підвищення довговічності важконавантажених зубчастих передач за рахунок зміни профіля на асиметричний. // Збірник наукових праць XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні». Львів – Звенів (Карпати), 18-21 лютого 2025 року. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2025. – С. 29

7. Мироненко О.Є. Профілювання черв'ячних фрез з протуберанцем для обробки асиметричних великомодульних зубчастих коліс // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XXI Міжнародної науково-технічної конференції 28 – 31 травня 2025 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. – Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2025. – С. 147–149. ISBN 978-617-7893-02-7

8. Васильченко Я. В., Мироненко О. Є. Розподіл теплових потоків при зубофрезеруванні збірними модульними фрезами з криволінійною формою передньої поверхні. // Збірник наукових праць XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні АТМЕ-2026». Івано - Франківськ – Яремче, 9-13 лютого 2026 року. – С.73–74. ISBN 978-617-8320-83-6

**8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати**

1) Отримані результати мають значну прикладну цінність для підприємств важкого машинобудування, оскільки дозволяють підвищити ефективність

обробки лезвійним інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс за рахунок використання системи збірних фрез та оптимізації режимів зубофрезерування з урахуванням енергоефективності лезвійної обробки. 2) Застосування зубчастих передач з асиметричною формою зубів замість традиційного симетричного профілю дозволяє забезпечити покращені експлуатаційні властивості та довговічність великогабаритних машин, редукторів, рудорозмелювальних млинів, транспортерів. 3) Розроблено систему інструментального забезпечення, що дає змогу підвищити ефективність зубофрезерування зубчастих коліс з асиметричним профілем. 4) Запропоновано конструктивні рішення, що сприяють високопродуктивній обробці зубчастих коліс, зокрема, реалізовано оптимізацію довжини головних різальних крайок фрез з механічним кріпленням багатогранних пластин, які забезпечують високу точність профілю крупномодульних асиметричних зубчастих коліс. 5) Основні положення впроваджено у навчальному процесі Донбаської державної машинобудівної академії, та Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

#### **9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані**

Практична цінність результатів роботи для підприємств важкого машинобудування полягає, в підвищенні ефективності обробки лезвійним інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс за рахунок використання системи збірних фрез та оптимізації режимів зубофрезерування з урахуванням енергоефективності лезвійної обробки. Результати роботи апробовані та реалізовані на підприємстві ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (м. Краматорськ) та ПАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування». Зацікавленість у результатах роботи підтверджена актом впровадження від ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»

#### **10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення**

Структура дисертації класична, будується з 5 розділів, присутні теоретичні та експериментальні дослідження окремими розділами. Є промислова апробація та впровадження у виробництво. Робота написана логічно та чітко, державною мовою. Терміни відповідають загальному признанню серед фахівців з механіки процесів різання. Дисертація за структурою, мовою, стилем написання відповідає вимогам МОН України, які висуваються до дисертацій на здобуття кваліфікації докторів філософії.

**У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.**

**11. З урахуванням зазначеного, на науковому семінарі кафедри «Машинобудування» ухвалили:**

**11.1. Дисертація Мироненка Олега Євгеновича здобувача вищої освіти**

ступеня доктора філософії «Підвищення ефективності обробки лезвійним інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання підвищення ефективності обробки лезвійним інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс які застосовуються у важконавантажених великомодульних зубчастих передачах із постійним навантаженням зачеплення в одному напрямку. що має важливе значення для важкого машинобудування України.

**11.2.** Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі є логічними, послідовними, аргументованими, достовірними, достатньо обґрунтованими. Дисертація характеризується єдністю змісту.

**11.3.** У 6 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 5 статей у наукових фахових виданнях України; 1 стаття у виданнях які входять до міжнародних наукометричних баз.

**11.4.** Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», 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, зі змінами).

**11.5.** Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

**11.6.** З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Мироненка О.Є. дисертація «Підвищення ефективності обробки лезвійним інструментом асиметричних циліндричних зубчастих коліс» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді

За затвердження висновку проголосували:

за	10	(десять)
проти	0	(немає)
утримались	0	(немає)

Головуючий на науковому семінарі  
кафедри «Машинобудування»  
д-р.техн. наук, професор



Віктор КОВАЛЬОВ

Заступник завідувача  
кафедри «Машинобудування»  
канд. техн. наук, доцент



Максим ШАПОВАЛОВ

"11" червня 2026 р.