

## **ВІДГУК**

**офіційного опонента**

**доктора технічних наук, професора Гурія Ігоря Володимировича  
на дисертаційну роботу Кальченка Дмитра Володимировича  
на тему «Підвищення ефективності двостороннього шліфування  
торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними  
калібрувальними ділянками»,  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування**

*Актуальність обраної теми дисертаційної роботи і її зв'язок з  
науковими програмами, планами, темами*

У механізмах сучасного машинобудування, зокрема сільськогосподарського машинобудування, автомобілебудування, верстатобудування важко уявити механізм, де б не використовувалися підшипники кочення. Вони отримали широке застосування у швидкісних механізмах зі значними відносними швидкостями обертання та у механізмах зі значними навантаженнями і високими вимогами до точності їх центрування.

Забезпечення вказаних вимог можливе завдяки високій точності виготовлення підшипника, зокрема тіл кочення – циліндричних роликів. Висока точність отриманих деталей забезпечується на фінішних операціях.

Застосування шліфування для кінцевої чистової обробки є основним методом одержання високої точності торців циліндричних деталей, яке відрізняється від методів лезової обробки металів вищою точністю та продуктивністю.

Використання нових резервів процесу шліфування торців циліндричних деталей дозволяє істотно підвищити продуктивність обробки, знизити нерівномірність зношування профілю круга і підвищити точність та якість оброблюваних поверхонь, а отже, є актуальною науковою задачею, вирішення якої має важливе народногосподарське значення.

Дисертаційна робота за тематичним спрямування відповідає науковому напрямку науково-дослідної роботи кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування НУ «Чернігівська політехніка»: ДР №0117U003758 «Дослідження процесу обробки орієнтованими профільованими інструментами» та №0122U201629 «Підвищення надійності системи «двигун-коробка швидкостей – карданний вал – колеса», в межах якої дисертантом було досліджено спосіб підвищення ефективності двостороннього шліфування торців круглих деталей абразивними кругами з конічними калібрувальними ділянками.

***Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій,  
їх достовірність***

Наукові положення, висновки та рекомендації, які містяться у дисертаційній роботі Кальченка Д.В., в достатній мірі достовірні, логічні та обґрунтовані. Поставлена в роботі мета – підвищення точності та продуктивності шліфування торцевих поверхонь роликів підшипників за рахунок розробки і реалізації теоретичних основ процесу шліфування спеціально орієнтованими профільованими кругами з калібрувальними ділянками, при якому геометрична похибка обробки дорівнює нулю – дисертантом досягнута, а завдання – виконано. Об'єкт та предмет дослідження вибрано вірно.

Високий рівень обґрунтованості отриманих результатів дисертаційної роботи Кальченка Д.В. обумовлено використанням загальнонаукових (індукція, дедукція, аналіз, синтез, порівняння, логічне узагальнення) та спеціальних методів (структурний аналіз, системний підхід, планування повного факторного експерименту з трьома факторами).

Дисертаційна робота складається із вступу, 4-х розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі дисертаційної роботи розглянуто наявні методи вивчення та підвищення ефективності процесів шліфування торцевих

поверхонь деталей зі схрещеними осями інструменту та деталі, а також тривимірне моделювання поверхонь інструментів, обробки деталей та правки шліфувальних кругів. Встановлено недоліки більшості методів фінішного оброблення. Доведено актуальність дисертаційного дослідження, визначено мету роботи та завдання, які необхідно виконати для її досягнення, розроблено структурно-логічну схему дисертаційної роботи (стор. 11 – 30).

У другому розділі наведена методика проведення експериментальних досліджень процесу двостороннього шліфування торців круглих деталей орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками. Наводиться перелік необхідного обладнання, вимірювальних приладів та їх технічні характеристики (стор. 31 – 48).

У третьому розділі розроблено тривимірні моделі формоутворення торців круглих деталей при шліфуванні кругами з конічними калібрувальними ділянками. Показано, що за розробленою схемою шліфування геометрична похибка довжини деталі дорівнює нулю, а завдяки рівномірному розподілу припуску вздовж чорнової кромки інструмента якість поверхневого шару торців деталей підвищується.

Проведено тривимірне математичне моделювання процесу правки шліфувальних кругів з конічною калібрувальною ділянкою. Проведено розрахунок довжини калібрувальної ділянки, визначено її мінімально допустиме значення, при якому досягається висока точність торця. На базі просторових математичних моделей процесів зняття припуску і формоутворення при правці круга проведено дослідження поверхні шліфувального круга. Приведені розрахунки температури в зоні різання та сили, що виникають при двосторонньому торцевому шліфуванні циліндричних деталей при обробці за запропонованим способом (стор. 48 – 87).

У четвертому розділі наведені результати експериментального дослідження процесу обробки роликів підшипників, зняття припуску, точності формоутворення, теплонапруженості та зношування шліфувальних кругів при обробці орієнтованим інструментом. Здійснена перевірка достовірності

наукових положень та висновків, які були запропоновані та математично обґрунтовані при теоретичному дослідженні процесу двостороннього торцевого шліфування циліндричних поверхонь роликів підшипників орієнтованими кругами.

З метою отримання максимальної продуктивності різання визначено оптимальні значення швидкості подачі деталі, припуску на обробку та кута орієнтації інструменту у вертикальній і горизонтальній площинах за допомогою методу математичного планування експерименту (стор. 88 – 101).

Висновки до розділів відображають отримані результати та логіку досліджень. Висновки дисертаційної роботи Кальченка Д.В. у повній мірі узагальнюють отримані дисертантом наукові результати проведеного дослідження.

### ***Наукова новизна результатів дослідження***

Дисертантом вперше отримані та підтвержені в дисертаційній роботі наступні наукові висновки:

1. Запропоновано новий спосіб двостороннього шліфування торців роликів підшипників спеціально орієнтованими і профільованими кругами з кінцевою калібрувальною ділянкою, який зводить до нуля геометричну похибку обробки.

2. Визначено положення та форма калібрувальної ділянки в залежності від кутів орієнтації шліфувальних бабок верстату, при якому геометрична похибка обробки буде дорівнювати нулю і формоутворення торцевої поверхні буде забезпечуватись методом копіювання твірної конуса, яка перпендикулярна оброблюваній поверхні і лежить в площині, що проходить через вісь обертання круга.

3. Розроблені математичні моделі, на базі яких отримані залежності осьового переміщення шліфувального круга від координат алмазного олівця, який обертається разом з барабаном подачі виробів верстату, з метою утворення прямолінійної калібрувальної ділянки.

4. Під час запропонованого методу обробки торцевих поверхонь припуск зрізається тільки чорною ділянкою шліфувального круга, а кінцева точність формується методом копіювання на конічній ділянці круга при виході із зони обробки, що забезпечує мінімальні сили та теплонапруженість процесу.

Результати дисертаційної роботи характеризуються високим рівнем наукової новизни.

Дисертаційна робота Кальченка Д.В. відповідає «Положенню про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора наук» та Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

### ***Значущість результатів дослідження для науки і практики***

У дисертаційній роботі одержана загальна модульна просторова модель процесу одночасного двостороннього шліфування торців циліндричних роликів підшипників абразивними кругами з конічними прямолінійними калібрувальними ділянками.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи:

– запропонована схема правки шліфувальних кругів для отримання конічних калібрувальних ділянок, яка забезпечує одночасне формоутворення двох кругів та може використовуватись не тільки на верстатах, оснащених системами ЧПК, але і без них. За рахунок одночасної правки двох кругів зменшується час підготовки до роботи і, відповідно, підвищується загальна продуктивність роботи обладнання;

– при правці чорної та чистової ділянок круга кутова швидкість барабану подачі постійна, що забезпечує формування різної шорсткості вздовж радіусної прямої та покращує умови в зоні різання. При правці калібрувальної ділянки кутова швидкість поступово зменшується, це забезпечує постійну розвиненість цієї частини поверхні та підвищує якість шліфування торців;

– для отримання конічної калібрувальної ділянки запропоновано програмне забезпечення для реалізації від системи ЧПК на базі розроблених

загальних модульних просторових моделейправлячого інструменту та процесу правки шліфувальних кругів;

– визначено мінімально допустиму довжину калібрувальної ділянки шліфувального круга при двосторонній обробці торців круглих деталей;

– здобувач є співавтором отриманого патенту на корисну модель за темою дисертаційного дослідження: спосіб двостороннього торцевого шліфування круглих деталей кругами з конічними калібрувальними ділянками (№149856 від 08.12.2021);

– розроблені і впроваджені у виробництво практичні рекомендації з використання наукових розробок на ТОВ «Датчикове підприємство» «ЗАВОД РАПД» (м. Чернігів), ПрАТ «Чексіл-Автосервіс» (м. Чернігів), ТОВ «Італтекс Меріно» (м. Чернігів). Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів роботи становить близько 300 тис. грн. на рік;

– результати і методики дисертації впроваджено у освітній процес Національного університету «Чернігівська політехніка».

***Повнота відображення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих автором дисертації працях***

Результати, отримані в процесі дослідження, знайшли відображення у 11 наукових працях, з яких: 6 у наукових фахових виданнях України, 2 у наукових журналах, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, отримано 1 деклараційний патент України на корисну модель, прийнято участь у 3 міжнародних конференціях. З них відповідають вимогам п. 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 979 від 21.10.2020 та № 341 від 21.03.2022 – 8 публікацій.

### *Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи*

Позитивно оцінюючи подану на рецензування дисертаційну роботу, необхідно разом з тим відзначити наступні зауваження:

1. У третьому розділі дисертаційної роботи доцільно було б привести числові значення сил різання.
2. Доцільним було б вказати, як часто необхідно здійснювати правку кругів.
3. Із тексту дисертаційної роботи незрозуміло, чи використовується МОТС під час обробки.
4. Із тексту дисертації незрозуміло, чи враховує розроблена тривимірна модель процесу обробки параметри шліфувального круга, зокрема зернистість.
5. Експериментальні дослідження дисертаційної роботи були б представлені більш широко, якщо було б наведено, яким чином вибирались фактори.
6. У тексті дисертації зустрічаються певні синтаксичні та стилістичні неточності.

Вказані зауваження та побажання відображають власну наукову позицію опонента і не знижують загальної позитивної оцінки.

Дисертаційна робота Кальченка Д.В. відповідає «Положенню про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора наук» та Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

### *Загальний висновок*

Дисертаційна робота Кальченка Дмитра Володимировича на тему «Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками» є самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною роботою.

Дисертація містить оригінальні підходи до вирішення теоретичних та практичних завдань, нові науково обґрунтовані результати, які вирішують

актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності двостороннього шліфування торців круглих деталей і мають суттєве значення для машинобудівної галузі України.

Враховуючи вищевказане, вважаю, що дисертаційна робота «Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками» за основними науковими положеннями та висновками відповідає чинним вимогам п. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022, а її автор Кальченко Дмитро Володимирович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

**Офіційний опонент:**

Професор кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
доктор технічних наук, професор



Гурей І.В.

Підпис д.т.н., проф. Гурей І.В. засвідчую:

Вчений секретар Національного  
університету «Львівська політехніка»  
канд. техн. наук, доцент



Брилинський Р.Б.

актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності двостороннього шліфування торців круглих деталей і мають суттєве значення для машинобудівної галузі України.

Враховуючи вищевказане, вважаю, що дисертаційна робота «Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками» за основними науковими положеннями та висновками відповідає чинним вимогам п. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022, а її автор Кальченко Дмитро Володимирович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

**Офіційний опонент:**

Професор кафедри робототехніки та  
інтегрованих технологій машинобудування  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
доктор технічних наук, професор



Гурей І.В.

Підпис д.т.н., проф. Гурей І.В. засвідчую:

Вчений секретар Національного  
університету «Львівська політехніка»  
канд. техн. наук, доцент



Брилинський Р.Б.