

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, д.т.н., професора Пижова І. М.  
на дисертаційну роботу Кальченка Дмитра Володимировича  
«Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців роликів  
підшипників орієнтованими кругами з конічними  
калібрувальними ділянками»  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування»

### **1. Актуальність теми.**

Абразивна обробка продовжує бути одним з основних чистових методів обробки поверхонь деталей машин серед яких близько 20% є плоскими поверхнями. Значна частина з них припадає на циліндричні деталі з високоточними торцевими поверхнями. До зазначених деталей відносяться і ролики підшипників кочення.

Відомо, що ефективним підходом до збільшення продуктивності і точності шліфування торцевих поверхонь є розробка нових технологій обробки. В повній мірі до цих технологій можна віднести запропоноване автором двостороннє шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками. Виявлення і використання резервів цього процесу шліфування дозволяє істотно підвищити продуктивність обробки, знизити нерівномірність зносу профілю круга і підвищити точність та якість оброблюваних поверхонь.

Розв'язання цих питань слід визнати важливим напрямком розвитку вітчизняного машинобудування, а тему дисертаційної роботи Кальченка Д.В., направлену на їх вирішення, можна вважати актуальною.

### **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дослідження проводились відповідно до держбюджетної тематики кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування Національного університету «Чернігівська політехніка», зокрема: «Дослідження процесу обробки орієнтованими профільованими інструментами» (ДР №0117U003758, 2015 – 2021) та «Підвищення надійності системи «двигун-коробка швидкостей – карданний вал – колеса» новими конструктивними розробками та технологіями їх виготовлення»

(ДР №0122U201629, 2021 – 2023). Здобувач був виконавцем окремих розділів вказаних держбюджетних НДР.

### **3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Дисертаційна робота Кальченка Д.В. є завершеною науковою роботою, має науково - обґрунтовані результати, наукову новизну та практичну цінність і дає перспективи подальших досліджень. Вона містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури та додатки і в цілому присвячена підвищенню ефективності двостороннього шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками.

Тема дослідження відповідає галузі знань 13 «Механічна інженерія» зі спеціальності 133 - «Галузеве машинобудування».

У першому розділі проведено огляд стану питання в області підвищення ефективності процесів формоутворення торцевих поверхонь деталей методом шліфування зі схрещеними осями круга та деталі, а також 3D моделювання процесів правки шліфувальних кругів, інструментальних поверхонь, зняття припуску та ін. Це дало здобувачу можливість сформулювати мету та завдання досліджень.

Метою досліджень є підвищення ефективності двостороннього шліфування торців роликів підшипників за рахунок створення теоретичних основ способу двостороннього шліфування зі схрещеними осями інструмента і деталі кругами з конічними калібрувальними ділянками, створеного на основі модульних просторових моделей процесу та визначення умов і областей його раціонального застосування.

У другому розділі дисертації наведено відомості про загальну та приватні методики проведення експериментальних досліджень. Їх аналіз дозволяє зробити висновок про те, що результати експериментів можна вважати достовірними.

Третій розділ присвячений розробленню (на базі створених окремих моделей) та дослідженню загальної моделі процесу двостороннього торцевого шліфування торців циліндричних деталей. Доведено, що при використанні

запропонованого методу правки кругів геометрична похибка форми торця відсутня. Теоретично визначено складові сил різання, продуктивність та температура у зоні обробки при двосторонньому торцевому шліфуванні кругами з конічними калібрувальними ділянками.

У четвертому розділі наведені результати експериментального дослідження процесів зняття припуску, зносу інструмента, точності отриманих поверхонь та температури при шліфуванні орієнтованими кругами задля перевірки достовірності теоретичних результатів дослідження процесу шліфування торцевих поверхонь роликів підшипників орієнтованими кругами.

Експериментальні дослідження підтвердили підвищення точності формоутворення деталі за рахунок зняття більшої частини припуску при шліфуванні чорною ділянкою круга, а меншої – калібрувальною. Встановлено, що розбіжність отриманих результатів при експериментальному та теоретичному методах дослідження процесу шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами знаходиться в межах 4 %.

Сформульовані у роботі висновки, достатньо висвітлюють результати дослідження і відповідають існуючим вимогам. Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертації є достатньо обґрунтованими.

Список літератури (101 найменування) достатньо висвітлює стан питань, які розроблялися в дисертації. В ньому в достатній кількості присутні іноземні джерела.

Додатки містять дані про допоміжні розрахунки, патент на корисну модель та впровадження результатів дисертації у навчальний процес та реальне виробництво.

#### **4. Наукова новизна одержаних результатів**

Дисертація містить наукову новизну, яка полягає в наступному:

-вперше запропоновано новий спосіб двостороннього шліфування торців роликів підшипників спеціально орієнтованими і профільованими кругами з конічною калібрувальною ділянкою, який зводить до нуля геометричну похибку обробки.

-вперше 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.

-вперше 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.

-вперше в запропонованому методі обробки торцевих поверхонь припуск зрізується тільки чорною ділянкою шліфувального круга, а остаточна точність формується методом копіювання на конічній ділянці круга при виході із зони обробки, що забезпечує мінімальні сили та теплонапруженість процесу.

Вважаю, що робота дисертанта є внеском в теорію та практику абразивної обробки.

## **5. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів зумовлено використанням розробленої загальної та низки приватних методик проведення досліджень, а також обладнання з ЧПК, комп'ютерної техніки і сучасних приладів. Додатково про це свідчать дані проведених експериментальних досліджень, які дозволили уточнити і підтвердити отримані теоретичні рішення.

## **6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Полягає в наступному:

1. запропонована схема правки шліфувальних кругів для отримання конічних калібрувальних ділянок 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 чорнової 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;

-на базі розроблених загальних модульних просторових моделей правлячого інструменту та процесу правки шліфувальних кругів для отримання конічної калібрувальної ділянки запропоновано програмне забезпечення для реалізації при наявності системи ЧПК;

2. визначено мінімально допустиму довжину калібрувальної ділянки шліфувального круга при двосторонній обробці торців циліндричних деталей;

3. технічну новизну розробок захищено 1 патентом на корисну модель;

4. розроблені практичні рекомендації з використання наукових розробок були впроваджені у виробництво на трьох підприємствах України з загальним очікуваним економічним ефектом понад 900 тис. грн. за рік;

5. результати дисертації використовуються в навчальному процесі кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування Національного університету «Чернігівська політехніка».

**7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи не виявлено.

Результати дисертаційної роботи опубліковано у 13 наукових працях, з яких 2 статті у виданнях, які включені до наукометричної бази Scopus; 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 патент України на корисну модель, 4 публікації у матеріалах міжнародних конференцій.

## 8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Варіанти мети дослідження наведені у вступі (стор. 5) та в розділі 1 (стор. 27) сформульовані по-перше неоднаково, а по друге їх на мою думку можна було б сформулювати більш стисло. Крім цього має місце неспівпадіння кількості завдань дослідження і загальних висновків по роботі.

2. Автор в декількох місцях акцентує увагу на застосуванні планування багатofакторного експерименту. Але при цьому не дає посилання на джерело інформації згідно з яким він обрав саме такий план.

3. На мій погляд у роботі потрібно було б навести спрощене креслення (ескіз) циліндричного ролика підшипника (або хоча б технічні вимоги до його виготовлення як він це робить по відношенню до алмазного правлячого олівця на рис. 3.5), що є дуже важливим для аналізу. Так, наприклад, в третьому розділі з рисунку 3.14 видно, що різниця між показниками відхилення від площинності при обробці традиційним та запропонованим методами обробки складає 0,0002-0,0003 мм. Тобто способи можна вважати практично рівноцінними. Згідно ДСТУ 22696-2013 (Вальниці кочення. Ролики циліндричні. Технічні умови) опуклість торців повинна знаходитися в межах 0,002-0,008 мм, тобто на порядок вища.

4. В роботі здобувач якось вільно трактує поняття «максимальний і мінімальний» припуски, які в теорії розрахунків припусків на механічну обробку уявляють собою вельми конкретні поняття.

5. Вважаю, що треба було приділити більше уваги обґрунтуванню схеми базування деталей (роликів) в отворах пристосування. У зв'язку з цим виникає питання базування і кріплення правлячого олівця.

6. На мою думку слід було б більш тісно ув'язати дані розділів 3 та 4.

7. Не зрозуміло, чому автор не навів даних про технологію обробки циліндричних роликів, наприклад, на Харківському підшипниковому заводі і не запропонував підприємству свою технологію?

8. Робота має незначну кількість описок, неточностей і т.д. Так, наприклад, в розділі 3 наведено два рисунки з однаковим номером (3.14). в підрисунковому підписі до одного з них використовується поняття «циліндричний торець», а на с.

48 вирази «торці круглих деталей» та «бічні поверхні циліндричних деталей». Є випадки не дотримання відмінків та ін.

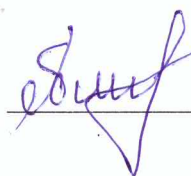
Однак відзначені недоліки і зауваження не знижують наукову і практичну цінність роботи. В цілому проблематика дисертаційного дослідження має перспективу подальшого продовження самим автором або іншими дослідниками, що дуже важливо. Мета дослідження досягнута.

## 9. Висновки

Дисертаційна робота Кальченка Дмитра Володимировича є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково - обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 13 «Механічна інженерія» зі спеціальності 133 - «Галузеве машинобудування».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Кальченка Дмитра Володимировича «Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців роликів підшипників орієнтованими кругами з конічними калібрувальними ділянками» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам здобувач, Кальченко Дмитро Володимирович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

Рецензент – професор кафедри інтегрованих технологій машинобудування ім. М.Ф. Семка Національного Технічного Університету «Харківський політехнічний інститут», доктор технічних наук професор



Іван ПИЖОВ



ЗАЙЦЕВ Ю. І.

