

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**рецензента, д.т.н., професора Хавіна Генадія Львовича**

**на дисертаційну роботу Іванової Лариси Петрівни**

**«Технологічне забезпечення точності шліфованих деталей**

**за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин»,**

**подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії**

**за спеціальністю 131 – Прикладна механіка**

Детальний аналіз дисертаційної роботи Іванової Л.П. на тему «Технологічне забезпечення точності шліфованих деталей за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дозволяє зробити загальний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

### **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Важливим фактором, що впливає на точність шліфованих деталей, є теплові деформації технологічної системи верстата, внаслідок яких спостерігається зміщення у просторі осі шпинделя шліфувального круга і осі заготовки, що приводить до спотворення форми і розмірів оброблюваної деталі. Негативний вплив теплоти посилюється нестабільністю теплового режиму процесу шліфування, обумовленою різним характером і інтенсивністю навантаження технологічної системи на різних етапах обробки. В тепловому балансі шліфувального верстата важливою складовою є теплові процеси у технологічних рідинах, які використовуються у підсистемах охолодження МОР, мащення та гідравлічних силових агрегатах верстата.

Отже, важливою умовою ефективності шліфування і забезпечення точності і якості поверхонь шліфованих деталей є підтримка стабільного теплового режиму технологічних рідин, в особливості МОР.

Таким чином, задача підвищення точності обробки деталей шліфуванням за рахунок розробки і впровадження нових математичних моделей і засобів стабілізації теплового режиму шліфувальних верстатів, мінімізації теплових деформацій їх елементів шляхом керування тепловим режимом технологічних рідин і підвищення ефективності їх застосування є актуальною і визначає головний напрямок дисертаційної роботи.

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

Дисертація виконувалась відповідно до вмісту і програми спеціальності 131 – Прикладна механіка і була впроваджена на кафедрі в учбовий процес на кафедрі «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» Навчально-наукового інституту «Механічна інженерії і транспорту» НТУ «ХП».

Проведені дослідження пов'язані з виконанням державної бюджетної теми НДР М2247 МОН України (ДР №0121U109541) кафедр «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» та «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка, у якій авторка приймала участь у виконанні окремих етапів роботи.

## **3. Наукова новизна одержаних результатів**

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що на основі аналізу теплових процесів у шліфувальних верстатах при обробці із застосуванням МОР, і їх впливу на точність обробки деталей шліфуванням, а також відомих досліджень у цій галузі, вперше сформульовані структура і принципи проектування та експлуатації підсистем застосування технологічних рідин круглошліфувальних верстатів, що дозволяє регулювати тепловий вплив технологічних рідин на деформації елементів верстатів і підвищити точність шліфуванням, і полягає у такому:

- розробці ряду принципово нових рішень, спрямованих на забезпечення точності обробки шліфуванням за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин та визначенні механізму впливу теплового стану МОР на зміну параметрів деталей і вузлів шліфувальних верстатів;
- встановленні взаємного впливу робочих рідин різних функціональних систем верстату та їх ролі у виникненні теплових деформацій шпиндельного вузла верстата;
- у розвитку і вдосконаленню математичної моделі підсистеми застосування МОР шліфувального верстата, яка дає можливість прогнозувати температуру в контрольних точках як при безперервній роботі підсистеми у робочому режимі, так і при її роботі у циклічному режимі врізного шліфування;
- у побудові вперше математичної моделі і розробці схеми шліфування з додатковими проміжними правками (ДПП) шліфувального круга, що дозволило знизити теплонасиченість верстатів за рахунок вибору раціональної схеми і кількості правок круга.

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

Практична цінність одержаних результатів для машинобудівної галузі ставиться у розробці і впровадженні у виробництво:

- методичних і програмних засобів проектування підсистем застосування МОР шліфувальних верстатів при забезпеченні раціонального теплового режиму шліфування і зниження впливу теплових процесів у робочих рідинах на деформації елементів верстата;

- методики і програмних засобів призначення раціональних схем обробки і кількості правок при шліфуванні з ДПП;

- конструкції пристрою для подачі МОР у зону різання (пат. України № 136095), який забезпечує зменшення деформацій деталей шліфувального верстата, дозволяє зберегти функціональні властивості МОР і збільшити термін її використання;

– програми автоматизованого розрахунку параметрів теплового режиму підсистеми застосування МОР круглошліфувального верстату і програми автоматизованого розрахунку параметрів шліфування з ДПП.

Результати дослідження апробовані і впроваджені на промисловому підприємстві «Техносервіс АВ» (м. Коростень Житомирської обл.) та ПАТ «Виробничо-комерційна фірма АС» (м. Київ). Крім того, матеріали дисертації впроваджені і використовуються у навчальному процесі НТУ «Харківський політехнічний інститут» та Національної академії Національної гвардії України.

#### **5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.**

За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 31 наукову працю, з них у фахових наукових виданнях 4 статті; у виданнях, що індексуються у наукометричній базі Scopus 7 статей; у інших наукових виданнях України – 3 статті; тези доповідей Всеукраїнських і Міжнародних науково-практичних конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 14; одержано 1 патент на корисну модель і 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір – авторські комп'ютерні програми.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням, результати якого мають наукове і практичне значення для машинобудівної галузі промисловості.

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

Дисертація Іванової Л.П. є завершеною науковою роботою, містить анотацію українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел з 180 найменувань і шість додатків.

*Об'єктом дослідження є технологічний процес механічної обробки на круглошліфувальних верстатах із застосуванням технологічних рідин.*

*Предметом дослідження є закономірності, що спостерігаються при формуванні технологічного процесу обробки на круглошліфувальних верстатах із застосуванням технологічних рідин.*

У вступі обґрунтовано актуальність задач дослідження, наведено наукову новизну та сформульовано практичне значення одержаних результатів.

В першому розділі виконано аналіз сучасного стану досліджень в області теплового впливу робочих рідин шліфувальних верстатів на точність обробки деталей. Визначені основні напрями досліджень в області стабілізації теплового режиму МОР.

У другому розділі надано математичну модель теплообміну у резервуарі МОР та встановлено зв'язок температури у резервуарі з кількістю теплоти, що виділяється у зоні різання, та об'ємом охолоджуючої рідини у резервуарі.

В третьому розділі розроблено основні напрями, поставлені задачі досліджень, призначене устаткування, засоби вимірювання і програмне забезпечення для проведення експериментів.

В четвертому розділі надано 3D-модель шліфувальної бабки круглошліфувального верстату та створено її імітаційну модель. З використанням розробленої моделі проведено дослідження статичного і динамічного теплового стану і встановлено його вплив на теплові деформації шпинделя.

В розділі 5 представлено пристрій подачі МОР у зону різання і запропоновано конструктивні заходи, що дозволяють забезпечити безперешкодний доступ МОР в зону контакту шліфувального круга і заготовки. Створено і досліджено математичну модель теплового балансу при шліфуванні із застосування пристрою. Отримані залежності для визначення теплоти, що виділяється з нагрітої МОР і відводиться струменями повітря.

Висновки за результатами досліджень сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи. Надані висновки також відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного

дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації, і з достатньою повнотою охоплює круг питань, розглянутих у дисертації.

Додатки містять окремі питання, що описують практичну сторону дослідження і які були відпрацьовані у дисертації. Окрім цього до них включена інформація про впровадження результатів досліджень в промисловості і навчальному процесі та копії патенту на корисну модель і свідоцтв про реєстрацію авторських прав на програми.

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

Достовірність теоретичних розробок і принципів рішень підтверджена результатами експериментальних досліджень, а також, розрахунково-аналітичними дослідженнями. Математична обробка результатів і розрахунково-аналітичні дослідження виконувалися з використанням ліцензійного і авторського програмного забезпечення.

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

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

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у чотирьох фахових статтях, сімох статтях індексованих у наукометричній базі Scopus, трьох статтях у інших наукових виданнях України, результати апробації роботи відображені в 14 тезах доповідей на Всеукраїнських та Міжнародних наукових конференціях, отримано патент на корисну модель і два свідоцтва про реєстрацію авторських прав на комп'ютерні програми.

## 9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. На думку автора, за допомогою комп'ютерної програми Pravka можна визначати раціональну схему шліфування, тобто, кількість проміжних правок, інтервали часу між ними. Було б доцільно більш детально описати цей алгоритм і розробити методику цих дій.

2. Як конструктивний засіб стабілізації теплового режиму підсистеми застосування МОР пропонується використання спеціального пристрою подачі МОР у зону різання. У загальних висновках бажано було б більш детально відобразити і інші засоби, які пропонуються в роботі, наприклад, вибір раціонального об'єму резервуару МОР, контроль температури у критичних точках підсистеми, додаткові правки, тощо і вказати їх внесок в стабілізацію теплового режиму.

3. В четвертому розділі виконується динамічний аналіз імітаційної моделі шліфувальної бабки, під час якого встановлено мінімальне і максимальне зміщення осі шпинделя протягом шести годин часу. Було доцільно більш доцільно описати механізм компенсації конусності деталі, яка виникає при цьому.

4. На мій погляд, де які матеріали можна було перенести у Додатки без втрати повноти опису дослідження. Це стосується, наприклад, рис. 4.15, 4.21-4.23, які вміщують службову інформацію системи Creo Simulation і не розкривають суть дослідження.

5. В тексті дисертації присутні також недоліки оформлення роботи, іноді зустрічаються друкарські, редакційні та стилістичні помилки.

## 10. Висновки

Дисертаційна робота Іванової Л.П. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну, практичну цінність та дає перспективи розвитку наступних досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 13 – Механічна інженерія та спеціальності 131 – Прикладна механіка.

Таким чином, враховуючи актуальність теми, отримані нові результати

та практичну значущість дослідження вважаю, що дисертаційна робота Іванової Лариси Петрівни «Технологічне забезпечення точності шліфованих деталей за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин» 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 її автор, Іванова Лариса Петрівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 – Прикладна механіка.

Рецензент – доктор технічних наук, професор  
кафедри «Технологія машинобудування і  
металорізальні верстати» Національного  
технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»

Геннадій ХАВІН

