

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

Новікова Федора Васильовича

на дисертаційну роботу Іванової Лариси Петрівни

«Технологічне забезпечення точності шліфованих деталей за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

### **Актуальність теми**

Технічний рівень та конкурентоздатність сучасних машин на внутрішньому і зовнішньому ринках досягається за рахунок підвищення точності виготовлення деталей і вузлів машин, якості їх функціональних поверхонь, покращення технологічної культури виробництва. Значною мірою досягнення цих вимог забезпечує найбільш поширена фінішна операція обробки деталей – шліфування, доля якої у технологічному процесі є велика, не зважаючи на поширення високотехнологічних способів отримання заготовок.

У процесі шліфування виділяється значна кількість теплоти, яка має декілька негативних факторів впливу на процес обробки, в тому числі, погіршення або втрата ріжучих властивостей шліфувального круга, зниження якості поверхневого шару деталі, зниження точності виготовлення деталі внаслідок теплових деформацій технологічної системи тощо. При цьому, одним з найважливіших факторів впливу на тепловий режим технологічної системи шліфування є теплові процеси у технологічних рідинах, які використовуються у підсистемах охолодження МОР, мащення та гідравлічних силових агрегатах верстата.

Отже, важливою умовою високої продуктивності шліфування, забезпечення точності і якості обробки є підтримка стабільного теплового режиму технологічних рідин, в особливості МОР. Тому дисертаційна робота Іванової Л.П., що спрямована на вирішення науково-практичної задачі 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 є актуальною.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача підвищення точності оброблюваних деталей і ефективності технологічного процесу зовнішнього круглого шліфування за рахунок зменшення температурних деформацій, викликаних тепловою дією застосованих технологічних рідин. Рішення вказаної задачі досягається шляхом розробки конструктивних і технологічних засобів зменшення теплових деформацій елементів верстату, автоматизованого розрахунку параметрів теплового режиму системи застосування МОР за допомогою авторських комп'ютерних програм.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрах «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» та кафедрі «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка в рамках держбюджетної НДР М2247 МОН України «Розробка та дослідження екологічних безводних процесів алмазного шліфування важкооброблюваних матеріалів» (№ДР 0121U109541), у якій автор була виконавцем окремих етапів.

#### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі**

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Іванової Л.П., в достатній мірі обґрунтовані як з наукової, так і з технічної точки зору. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні теоретичних основ технології машинобудування, теорії різання матеріалів, теорії ймовірності і математичної статистики, системного аналізу. Математичне моделювання виконувалося на базі теоретичних основ механіки рідини та газу, теплотехніки. Моделювання теплового стану елементів технологічної системи виконувалося методом скінчених елементів з побудовою їх імітаційних моделей у програмному середовищі Creo Parametric 7.0, Creo Simulate 7.0.

#### **Достовірність результатів досліджень**

Достовірність теоретичних розробок підтверджена результатами експериментальних досліджень, виконаних у лабораторних і виробничих умовах.

Математична обробка результатів і розрахунково-аналітичні дослідження виконувалися з використанням ліцензійного і авторського програмного забезпечення.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

– розроблено ряд принципово нових рішень, спрямованих на забезпечення точності обробки шліфуванням за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин, зокрема, мастильно-охолоджуючої рідини, та визначенні механізму впливу теплового стану МОР на зміну параметрів деталей і вузлів шліфувальних верстатів;

– встановлено взаємовплив робочих рідин інших функціональних систем верстату та їх ролі у виникненні теплових деформацій шпиндельного вузла і інших елементів верстата;

– отримала подальший розвиток і удосконалення математична модель підсистеми застосування МОР шліфувального верстата, яка дає можливість визначити поточну температуру у будь якій контрольній точці цієї системи як при безперервній роботі цієї підсистеми у робочому режимі, так і при її роботі у циклічному режимі врізного шліфування;

– побудована математична модель і розроблена схема шліфування з додатковими проміжними правками шліфувального круга, що дозволяє знизити теплонасиченість круглошліфувальних верстатів за рахунок вибору раціональної схеми і кількості правок круга.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає у наступному:**

1) у розробці:

– методики і програмних засобів проектування структури і розрахунку параметрів підсистем застосування МОР шліфувальних верстатів при забезпеченні раціонального теплового режиму шліфування і зниження впливу теплових процесів у робочих рідинах на теплові деформації базових елементів верстата;

– методики і програмних засобів призначення раціональних схем і кількості правок при шліфуванні з додатковими проміжними правками шліфувального круга для зниження теплонасиченості процесу круглого шліфування;

– конструкції пристрою для подачі МОР у зону різання (пат. України № 136095), що забезпечує зменшення теплових деформацій деталей шліфувального верстата, дозволяє зберегти функціональні властивості МОР і збільшити термін її використання за рахунок усунення контакту рідини із розжареними відходами шліфування;

– програми (Свідоцтво України №95215 про реєстрацію авторських прав на твір) автоматизованого розрахунку параметрів теплового режиму підсистеми застосування МОР круглошліфувального верстату, що дозволяє визначити температуру рідини у на різних елементах системи її застосування і резервуарі МОР та його потрібний об'єм;

– програми (Свідоцтво України №99502 про реєстрацію авторських прав на твір) автоматизованого розрахунку параметрів шліфування з додатковими проміжними правками шліфувального круга, яка дозволяє визначити параметри ефективної технологічної схеми шліфування.

2) у впровадженні результатів роботи:

– на підприємстві «Техносервіс АВ» (м. Коростень Житомирської обл.);

– у ПАТ «Виробничо-комерційна фірма АС» (м. Київ);

– у навчальному процесі кафедри технології машинобудування і металорізальних верстатів НТУ «ХП» та кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.

**Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основний зміст дисертаційної роботи викладено у 31 наукових працях, серед яких: 7 статей у виданнях, включених до наукометричних баз Scopus; 4 статті у фахових виданнях України, 3 статті у інших періодичних виданнях України, 1 патент України на корисну модель, 2 свідоцтва України про реєстрацію авторських прав на комп'ютерні програми і 14 – в матеріалах конференцій.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

## Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Іванової Л.П. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 8 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

В першому розділі проведено 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 розглянуто теоретичні передумови моделювання температурних деформацій в елементах круглошліфувального верстата. Розроблено 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 напрямки, поставлені задачі експериментальних і розрахунково-аналітичних досліджень, призначене устаткування, засоби вимірювання і програмне забезпечення для проведення експериментів.

В четвертому розділі на основі розробки 3D-моделі шліфувальної бабки круглошліфувального верстату та її імітаційної моделі з використанням методу скінчених елементів, в середовищі CREO Simulation виконане дослідження її статичного і динамічного теплового стану і встановлено його вплив на теплові деформації шпинделя.

В п'ятому розділі розроблено пристрій подачі МОР у зону різання, що передбачає ізоляцію контакту МОР з поверхнями елементів верстату та збільшення жорсткості технологічної системи верстату. Запропоновано конструктивні заходи, що дозволяють забезпечити безперешкодний доступ МОР в зону контакту шліфувального круга і заготовки. Запропоновано математичні моделі теплового

балансу на цих ділянках і кількості теплоти, що виділяється з нагрітої МОР і відводиться струменями повітря.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 180 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

1. Найбільш вагомим результатом дисертаційної роботи можна вважати запропоновану математичну модель підсистеми застосування МОР шліфувального верстату. В той же час, роль цієї математичної моделі дуже слабо відображена у практичній частині роботи. Крім того, не описано детально рекомендації до застосування програми Heat\_T при проектуванні технологічних процесів шліфування.

2. В дисертації зустрічаються як термін «система застосування МОР», так і термін «підсистема застосування МОР». Очевидно, що правильним потрібно вважати термін «підсистема застосування МОР», оскільки вона є частиною технологічної системи шліфування.

3. В підрозділі 4.3 детально описано методику розрахунку температури на поверхнях шліфувальної бабки. Розглядаються умови температурного навантаження на трьох поверхнях бабки, хоча вже спочатку можна передбачити, що найбільше температурне навантаження буде на передній і лівій боковій поверхнях бабки, на які

може попадати розігріта МОР. З цієї причина можна було послідовність визначення температури на правій боковій поверхні винести в Додатки.

4. В комп'ютерній програмі Pravka розраховуються основні технологічні параметри шліфування з додатковими проміжними правками шліфувального круга. Окремо сформульовані критерії оцінки ефективності вказаного процесу, який здійснюється поза програмою. Доцільно було б удосконалити програму, додавши до неї оцінку і, можливо, вибір оптимального варіанту схеми шліфування.

5. При аналізі стану питання теплового впливу технологічних рідин на точність шліфування, проаналізовано достатньо літературних джерел за темою дисертації, але недостатньо розглянуто внесок вчених з провідних країн світу (США, західної Європи, Південної Кореї, Японії, Японії тощо).

6. Виявлено недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, в тексті іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Іванової Л.П. «Технологічне забезпечення точності шліфованих деталей за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин» за своїм змістом відповідає спеціальності 131 – Прикладна механіка. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, що полягає в підвищенні точності оброблюваних деталей і ефективності технологічного процесу зовнішнього круглого шліфування за рахунок зменшення температурних деформацій, викликаних тепловою дією застосованих технологічних рідин.

Подана дисертаційна робота «Технологічне забезпечення точності шліфованих деталей за рахунок керування тепловим режимом технологічних рідин» Іванової Л.П. відповідає спеціальності 131 – «Прикладна механіка», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме, вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Іванова Лариса Петрівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка».

Офіційний опонент

Професор кафедри здорового способу життя,

технологій і безпеки життєдіяльності

Харківського національного економічного

університету імені Семена Кузнеця,

доктор технічних наук, професор

 Федір НОВІКОВ

