

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента завідувача кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, **Ляшука Олега Леонтійовича** на дисертаційну роботу **Гринюка Сергія Васильовича «Підвищення ефективності операцій безцентрового шліфування кілець роликотідшипників в умовах серійного виробництва»**, що представлена на захист у спеціалізованій вченій раді К 32.075.06 Луцького національного технічного університету на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування

1. Актуальність роботи, її зв'язок із науковими програмами, планами та темами

Дисертаційна робота присвячена актуальній проблемі підвищення ефективності операцій безцентрового шліфування кілець роликотідшипників на підставі запровадження прогресивного шліфувального переривчастого інструменту та використання системи керування температурою процесу шліфування.

В процесі виготовлення деталей підшипників важливу роль відіграють фінішні шліфувальні операції, на яких формуються параметри якості шліфованих поверхонь.

З аналізу літературних джерел та виробничого досвіду в підшипниковому виробництві впливає, що під час шліфування функціональних поверхонь кілець роликотідшипників часто виникають дефекти фізико-механічних властивостей та мікрогеометричних параметрів шліфованих поверхонь, причиною яких є ускладнені умови шліфування.

В дисертаційній роботі запропоновано використання переривчастих кругів на операціях безцентрового шліфування, що дозволить знизити температуру в зоні оброблення та підвищити продуктивність шліфування. Тема роботи є актуальною та важливою для технології сучасного машинобудування.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі приладобудування Луцького національного технічного університету відповідно до плану держбюджетної теми: «Підвищення технологічної гнучкості та ефективності багатоінструментальних операцій механічного оброблення деталей роликотідшипників в умовах переналагоджувального виробництва» (№ держреєстрації 0112U000285, наказ МОН молоді та спорту України № 1241 від 28.10.2012 р.); згідно з координаційним планом Комітету з питань науки і техніки України, розділу «Машинобудування» (позиція 43) «Високоєфективні технологічні процеси в машинобудуванні» на 2010–2015 роки. та держбюджетної теми: «Технологічне забезпечення й стабілізація якості

поверхневого шару деталей підшипників на операціях шліфування переривчастими кругами» (№ державної реєстрації 0115U002202).

2. Наукова новизна отриманих результатів

Оцінюючи найважливіші здобутки дисертаційного дослідження, варто вказати на наступні результати, що мають наукову новизну. На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень встановлено взаємозв'язки конструкторсько-технологічних чинників безцентрово-шліфувальних операцій з показниками ефективності процесу шліфування та параметрами якості шліфованих деталей.

Встановлені важливі функціональні залежності між режимами шліфувальних операцій, конструктивними особливостями та структурою ріжучого інструменту (шліфувальних кругів), температурою в зоні шліфування та показниками якості кілець роликових підшипників.

Розроблено математичну модель визначення та прогнозування температури в зоні шліфування поверхонь кілець, яка ґрунтується на врахуванні балансу тепла, що передається в стружку і в оброблювану деталь, що дозволило визначити умови зменшення температури шліфування, а отже умови запобігання температурних дефектів та стабілізації параметрів якості і точності шліфованих поверхонь кілець роликових підшипників.

Досліджено закономірності розповсюдження тепла в зоні шліфування кілець роликових підшипників та отримані залежності для визначення глибини прогрівання шліфованої поверхні для заданої швидкості переміщення теплового джерела вздовж шліфованої поверхні під час переривчастого шліфування.

Отримано аналітичні залежності, що описують функціональні зв'язки між режимами шліфування, конструктивними особливостями шліфувального інструмента (число ріжучих виступів круга) при зміні типорозмірів кілець, які запускаються у виробництво, та температурою в зоні шліфування поверхонь кілець роликових підшипників.

Встановлено залежність між швидкістю різання, температурою шліфування та кількістю тепла, що переходить в стружку, в тіло заготовки та в різальний інструмент під час шліфування циліндричних поверхонь зовнішніх кілець роликпідшипників переривчастими кругами.

3. Практичне значення одержаних результатів

Вдосконалено технологію безцентрового шліфування поверхонь зовнішніх кілець роликових підшипників за рахунок використання вискоефективного шліфувального інструмента з переривчастою робочою поверхнею, що покращило умови стружко- та тепловідведення з зони шліфування.

Запропоновано конструкцію збірного шліфувального круга зі змінною зернистістю окремих секцій, що дозволило стабілізувати параметри якості шліфованих поверхонь та зменшити теплонапруженість процесу шліфування.

Розроблено інженерну методику розрахунку і встановлення раціональних режимів оброблення та визначення параметрів інструментального налагодження верстата SASL5AD на шліфувальну операцію для стабілізації параметрів якості та підвищення ефективності бездефектного оброблення деталей.

Запропоновано алгоритм оперативного визначення параметрів технологічної операції абразивного оброблення кілець на безцентрово-шліфувальному верстаті. З технологічного маршруту вилучена одна шліфувальна операція, що дало змогу отримати економічний ефект. Технологія переривчастого шліфування впроваджена в діюче підшипникове виробництво ПАТ «SKF Україна» (публічне), що дозволило отримати економічний ефект у розмірі 180 тис. грн.

4. Оцінка достовірності та обґрунтованості положень дисертації, ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації

Наукові положення, висновки та пропозиції у достатній мірі обґрунтовані теоретичним аналізом, експериментальними дослідженнями та виробничою перевіркою, тому їх слід вважати цілком достовірними.

Дослідження проводилися з використанням теорії різання металів, техноогії машинобудування, теоретичної механіки, математичного аналізу та моделювання.

Результати експериментальних досліджень отримані з використанням спеціального устаткування та засобів технологічного спорядження в лабораторних умовах і на виробництві.

Висновки і рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, їх достовірність підтверджена експериментально.

Поовнота викладення результатів досліджень підтверджена 11 публікаціями та 1-м патентом України.

Автореферат за своїм змістом відповідає основним положенням, висновкам, пропозиціям, що наведені в дисертаційній роботі, відображає її структуру. Автореферат за змістом, основними положеннями та висновками ідентичний з дисертацією.

5. Оцінка змісту та завершеності дисертації

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Основний зміст і результати роботи опубліковані в 11 друкованих працях, серед яких 3 статті (1 одноосібно) в наукових журналах, збірниках,

тезах доповідей, з них 8 у фахових виданнях, отримано один патент на корисну модель.

Повний обсяг дисертації складається з 173 сторінок, в тому числі – 58 ілюстрацій, 15 таблиць, список використаних джерел зі 149 найменувань та 4 додатки на 11 сторінках.

У першому розділі на підставі аналізу літературних джерел та виробничого досвіду встановлено особливості технології підшипникового виробництва, проведено аналіз конструктивних особливостей кілець роликів підшипників, а також проведено аналіз причин і джерел походження дефектів шліфованих поверхонь.

У другому розділі наведені принципи визначення кількісних та фізичних показників для визначення температури шліфування та її вплив на якість поверхонь після шліфувальних операцій. Розроблено математичну модель теплового балансу і встановлено, що під час безцентрового шліфування частина тепла, що переходить в стружку, ЗОР значно більша частини тепла, яка переходить в оброблювану деталь. Визначено умову зменшення температури при обмеженнях за продуктивністю обробки.

У третьому розділі проведені дослідження теплових процесів, що виникають під час шліфування переривчастими абразивними кругами. Обґрунтовані основні умови зменшення температури під час переривчастого шліфування, які полягають в зменшенні умовного напруження різання і часу дії теплового джерела в зоні шліфування. В першому випадку – це досягається підвищенням ріжучої здатності шліфувального круга, та зниженням тертя в зоні шліфування. В другому випадку забезпеченням переривчастості оброблення та регулюванням режимів шліфування.

У четвертому розділі на основі теоретичних і експериментальних досліджень розглянуто зв'язки конструкторсько-технологічних чинників та показників безцентрово- шліфувальних операцій з параметрами якості шліфованих поверхонь, температурою шліфування, силовими параметрами процесу шліфування суцільними та переривчастими шліфувальними кругами та конструктивними параметрами переривчастих шліфувальних кругів.

Експериментально та теоретично досліджено вплив глибини різання, числа канавок шліфувального круга, швидкості різання та величини повздовжньої подачі на температуру шліфування. Встановлено співвідношення температури, що передається в стружки та температури, що передається в тіло заготовки, як 60% і 30 % відповідно.

На підставі проведених експериментальних досліджень побудовані поверхні відгуку залежності температури від глибини різання, швидкості обертання заготовки та числа канавок шліфувального круга, які покладені в основу розробленого алгоритму прогнозування температури шліфування. Розбіжність теоретичного розрахунку та експериментальних досліджень не

перевищила 10%.

У п'ятому розділі розроблено алгоритм оперативного проектування технологічної операції безцентрового шліфування кілець та прогнозування допустимої температури шліфування на шліфувальному автоматі SASL5AD, використання якого створило можливості для підвищення технологічної гнучкості шліфувальних операцій в умовах переналагоджувального виробництва, пришвидшення виконання переналагоджувальних операцій та впровадження бездефектного високопродуктивного шліфування. Виробничими дослідженнями встановлено, що час проектування операцій шліфування скоротився в 2 рази.

6. Дискусійні положення та зауваження

1. При формуванні мети дисертаційного дослідження автор вказує на підвищення експлуатаційних властивостей шліфованих деталей. Але, про які саме експлуатаційні характеристики (властивості) йде мова, в тексті автореферату не вказано.

2. На рис. 1 автореферату та рис. 1.3 дисертації наведено перелік показників шліфувальної операції та факторів, які впливають на перебіг процесу шліфування. Але відсутня важлива інформація про значення режимів шліфування та структуру циклу шліфувальної операції.

3. В розділі 2 дисертації для моделювання температури шліфування використано безрозмірний показник приведеної температури ω , який знаходиться в кореляційній залежності з дійсною температурою шліфування. В розділі 2.2 варто було б провести залежність приведенного показника ω від температури шліфування θ для визначення характеру кореляційної залежності $\omega = f(\theta)$, як це зроблено з залежністю $\omega = f(T_1)$.

4. На ілюстраціях залежностей показників якості від технологічних параметрів розділу 4 дисертації для визначення швидкості деталі використано одиниці вимірювання (м/хв.), а для шліфувального круга – (м/с), що може впливати на коректність розрахунків.

5. В розділі 5 дисертації представлена схема системи адаптивного керування температурою шліфування для її впровадження потребує специфікацію апаратного та блочного забезпечення.

6. В роботі не вказано, яка нормативно-технологічна документація і методика використовувалися при розрахунку економічного ефекту.

7. В дисертаційній роботі та авторефераті зустрічаються невдалі звороти, висновки та є відхилення від встановленої термінології, описки тощо.

Загалом, висловлені зауваження не ставлять під сумнів отримані наукові результати та повністю можуть бути виправленими у подальшій науковій роботі дисертанта.

7. Загальний висновок

Дисертаційна робота на тему: «Підвищення ефективності операцій безцентрового шліфування кілець роликотідшипників в умовах серійного виробництва» є завершеною, самостійно підготовленою кваліфікаційною науковою працею, в якій отримано нові науково обгрунтовані та практично цінні результати, що вирішують важливу наукову проблему, яка полягає у підвищенні ефективності безцентрово-шліфувальних операцій кілець роликотідшипників, за рахунок створення науково-практичних рекомендацій для удосконалення технологічного процесу та впровадження високопродуктивного, бездефектного шліфування переривчастим інструментом в умовах серійного підшипникового виробництва.

Актуальність обраної теми дисертації, ступінь обгрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизна та повнота викладу в опублікованих працях повністю відповідають вимогам до кандидатської дисертації. Автореферат відповідає змісту дисертації.

Робота відповідає вимогам п. 9 - 14 Постанови Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р. «Про затвердження порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор – Гринюк Сергій Васильович – заслуговує на присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, доцент
завідувач кафедри автомобілів
Тернопільського національного
технічного університету ім. Івана Пулюя

О.Л. Ляшук

Підпис д.т.н., доц. Ляшука О.Л.

Засвідчую

Проректор з наукової роботи
Тернопільського національного
технічного університету ім. Івана Пулюя
доктор технічних наук, професор



П.О. Марущак

