

ВІДГУК

офіційного опонента по дисертаційній роботі

Гурея Володимира Ігоровича

«Науково-технологічні основи підвищення якості та експлуатаційних характеристик деталей машин формуванням зміцнених нанокристалічних шарів», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування

Актуальність теми дисертації

Розвиток сучасного машинобудування неподільно пов'язаний з підвищенням надійності деталей машин і механізмів, зниженням енерго- і матеріаломісткості виробництва і потребує широкого використання нових прогресивних технологій. У зв'язку з цим, велике значення має забезпечення захисту поверхні деталей і конструкцій від зношування та втомного руйнування. Одним із технологічних методів обробки і зміцнення деталей машин, який забезпечує підвищений ресурс їх роботи, є метод фрикційного зміцнення, що дозволяє виконати модифікування поверхневого шару вуглецевих конструкційних і низьколегованих сталей. Разом з тим, не достатньо досліджені методики вибору технологічних параметрів фрикційного зміцнення, режимів обробки, їх впливу на якість та довговічність оброблених поверхонь, силових характеристик в зоні контакту інструмент-деталь, параметрів зміцнювального інструменту. Тому, вдосконалення процесу і оснащення для перервного фрикційного зміцнення робочих поверхонь деталей машин з метою підвищення їх надійності і довговічності і визначають актуальність даної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами

Розглядувана дисертаційна робота виконувалась відповідно до Постанови КМУ № 942-2011-п «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2021 року» і наукового напрямку кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування Національного університету «Львівська політехніка» «Високоєфективні технологічні процеси в машинобудуванні», а також на основі держбюджетної науково-дослідної теми. Дисертаційна робота виконана на кафедрі робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування Національного університету «Львівська політехніка» у рамках завдання фундаментальної держбюджетної НДР МОН України «Розроблення та дослідження прогресивних технологічних методів поверхневого зміцнення деталей машин» (ДР № 0119U101123, 03.2019 р. – 12.2022 р.) та роботи за міжнародною НДКР (договір № NA/16/2015/0500, 12.2014 р. – 02.2015 р.), а також договору на створення науково-технічної продукції № 646 «Поверхневе зміцнення робочих поверхонь струмозміначів» Національний університет «Львівська політехніка» (05.2021 р. – 06.2021 р.), де здобувач був виконавцем окремих етапів.

Наукова новизна одержаних результатів

Здобувачем отримані наступні наукові результати:

- вперше розроблено технологічний метод фрикційного зміцнення, який поєднує дію висококонцентрованого джерела теплової енергії та інтенсивного пластичного деформування оброблених поверхонь під час якого формуються зміцнені поверхневі шари з нанокристалічною структурою;
- на основі математичних моделей динамічних процесів при перервній фрикційній обробці досліджено характер віброударних коливань в зоні контакту інструмента з деталлю та показано вплив ширини і кількості пазів інструмента на амплітуду та частоту дії інструмента на деталь;
- на основі розробленої моделі досліджено термопружний стан поверхневих шарів металу при фрикційній обробці та визначено параметри процесу, що впливають на швидкість нагрівання і охолодження поверхневого шару, напруження в зоні контакту;
- встановлені закономірності впливу геометричних параметрів робочих поверхонь зміцнювальних інструментів, методу подачі технологічного середовища на формування параметрів якості обробленої поверхні і характеристик зміцненого нанокристалічного шару та точності обробки;
- експериментально встановлено вплив зміцнених нанокристалічних шарів, отриманих інструментом з перервною робочою поверхнею на експлуатаційні властивості.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення роботи полягає у розробці ряду технологічних процесів поверхневого зміцнення технологічного оснащення (напрямні штампи, плити, накатні ролики тощо), деталей сільськогосподарських машин (ножі), які значно підвищують довговічність виробів у експлуатації. Дослідно-промислові випробування показали, що поверхневе зміцнення суттєво підвищує довговічність деталей у порівнянні з незміцненими, виготовленими за заводськими технологіями.

Технічну новизну запропонованих розробок захищено патентом на винахід і двома патентами на корисні моделі.

Отримані дисертантом результати дозволяють розробляти нові технологічні процеси поверхневого зміцнення деталей машин, які працюють в умовах зношування, а також втомного руйнування в різних середовищах і можуть бути використані у загальному і сільськогосподарському машинобудуванні, верстатобудуванні.

Результати проведених досліджень застосовуються при викладанні навчальних курсів у Національному університеті «Львівська політехніка» і Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу.

Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації, ідентичність змісту автореферату

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 41 науковій

праці, у тому числі 4 наукові статті, які входять до наукометричної бази Scopus, 4 статті у іноземних виданнях, 1 праця у колективній іноземній монографії, 13 наукових статей у фахових виданнях України (6 з них – одноосібні), 1 патент на винахід, 2 патенти на корисну модель і 15 тез конференцій. Результати роботи доповідались і були схвалені на 19 наукових конференціях, симпозиумах, семінарах.

Наукові положення, висновки і пропозиції у достатній мірі обґрунтовані теоретичним аналізом та експериментальними дослідженнями. Достовірність основних наукових положень, отриманих результатів і зроблених у дисертації висновків визначається основними положеннями теорії технології машинобудування, теплового контакту при високошвидкісному терті, математичного та фізичного моделювання, технологічного забезпечення точності та якості зміцнених виробів, застосуванням сучасних фізичних і механічних методів оцінки параметрів технологічного процесу фрикційного зміцнення, стану поверхні та зміцненого шару.

Достовірність також підтверджена послідовністю висновків, відповідністю теоретичних результатів та експериментальних даних. Одержані в дисертації результати належним чином апробовані при виконанні робіт пошукового характеру для ряду підприємств машинобудівного комплексу України.

Таким чином, наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертації, достовірні, а їх обґрунтування проведено з необхідною повнотою.

Автореферат за своїм змістом відповідає основним положенням та висновкам, що наведені в дисертаційній роботі, відображає її структуру. Автореферат написаний за встановленою формою, у повній мірі розкриває сутність виконаної роботи, відображає загальний зміст та є ідентичним основним положенням дисертації.

Структура та загальна характеристика роботи

Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації складає 458 друкованих сторінок, у тому числі 347 сторінок основного тексту, 40 сторінок додатків, 199 рисунків, 10 таблиць. Список використаної літератури складається із 357 найменувань.

У вступі подано загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та задачі дослідження, викладено наукову новизну й практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі проведено детальний аналіз методів поверхневого зміцнення деталей машин та формування зміцненого нанокристалічного шару і забезпечення параметрів якості оброблених поверхонь. Значна увага приділена аналізу методів обробки деталей машин з використанням висококонцентрованих джерел енергії, які направлені на формування у поверхневих шарах деталей машин нанокристалічних зміцнених шарів, забезпечення параметрів якості зміцнених поверхонь. Сформульовано основні наукові завдання дисертаційної роботи.

У другому розділі розроблені методики теоретичних та експериментальних

досліджень процесу перервного фрикційного зміцнення, описано оригінальні конструкції зміцнювальних інструментів (захищені патентами на корисну модель), запропоновано збірний інструмент (захищений патентом на винахід) для подачі технологічного середовища безпосередньо у зону контакту в процесі обробки. Представлені методики визначення складових сили дії в зоні контакту інструмента з деталлю у процесі обробки циліндричних і плоских поверхонь, а також вимірювання розподілу температури за глибиною поверхневого шару металу під час фрикційного зміцнення плоских поверхонь. Подано методику визначення балансу жорсткості і коефіцієнтів в'язкого опору складових елементів токарного і плоскошліфувального верстатів. Описані методики визначення зносотривкості під час різних видів тертя і контактної втомної міцності.

У третьому розділі викладено результати теоретичних досліджень термопружного стану поверхневого шару металу під час перервного фрикційного зміцнення інструментом з поперечними пазами на його робочій поверхні. Розглянуто зміну стану поверхневого шару металу оброблюваної деталі виходячи з положень термопружності. Показано, що нестационарні теплові впливи, типу теплового удару, є джерелами динамічних і термомеханічних ефектів. На основі GL-теорії термопружності розглянуто розподіл температури, викликаний деформаціями при обробці, та розсіювання енергії з поверхні зони контакту. Представлено результати моделювання термопружних процесів в зоні контакту інструмент-деталь при фрикційному зміцненні поверхні інструментом з різною кількістю та шириною пазів на його робочій поверхні.

У четвертому розділі наведені результати моделювання динаміки процесу перервного фрикційного зміцнення плоских і циліндричних поверхонь деталей інструментом з поперечними пазами. Визначено фактори, що впливають на амплітуду коливань елементів пружної системи верстата. Побудовано АЧХ пружних систем токарного і плоскошліфувальних верстатів, які використовуються під час зміцнення.

У п'ятому розділі представлені результати досліджень впливу параметрів фрикційного зміцнення на формування зміцненого шару, його товщину і твердість, величину залишкових напружень. Висвітлено технологічні особливості утворення мікрогеометрії обробленої поверхні після фрикційного зміцнення. Розроблено математичну модель для визначення товщини зміцненого шару і складових сили дії у зоні контакту під час фрикційного зміцнення.

У шостому розділі подані результати експериментальних досліджень експлуатаційних властивостей зміцнених шарів. Представлено розроблені технології поверхневого зміцнення та результати стендових досліджень деталей після фрикційного зміцнення.

У додатках наведені копії патентів, представлені матеріали з впровадження результатів роботи, лістинги комп'ютерних програм та результати моделювання.

У цілому дисертаційна робота є завершеною. У ній вирішена проблема підвищення ефективності фрикційної обробки деталей машин шляхом встановлення закономірностей формування термопружних та динамічних характеристик процесу перервного фрикційного зміцнення, що забезпечило

підвищення зносостійкості та якості оброблених поверхонь.

Оцінка змісту дисертації. Робота, що рецензується, має всі необхідні для дисертації розділи, які достатньо повно розкривають виконану автором роботу - від ґрунтового аналізу існуючих теоретичних та технічних рішень до конкретних рекомендацій та інженерних методик проектування. Стиль викладення дисертації відповідає вимогам, що встановлені до докторських дисертацій.

Зауваження до дисертації

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

1. Досягнення максимальної продуктивності під час фрикційної обробки можливо за наявності в зоні контакту оптимальної температури, що функціонально пов'язана із швидкістю обертання та конструктивними особливостями фрикційного інструменту і режимами обробки. Разом з тим, із роботи не зрозуміло якою є оптимальна температура у зоні контакту інструмент-деталь при фрикційному зміцненні і які є обмеження рівня цієї температури.

2. У роботі бажано було більш чітко окреслити область застосування висунутих наукових положень та розробок. Насамперед це стосується оброблюваних матеріалів, адже ці відомості є важливими для практичної реалізації результатів

3. У роботі не достатньо уваги приділено вибору конструктивних параметрів фрикційного інструменту, матеріалу його робочої частини, досліджень його зносостійкості при різних швидкостях обертання та ефективності роботи з різними технологічними рідинами.

4. При описі методик експериментальних досліджень недостатня увага приділена технічним характеристикам застосовуваного обладнання.

5. З роботи не чітко видно які необхідні залишати припуски під фрикційне зміцнення деталей машин.

6. В роботі і авторефераті є деякі неточності редакційного характеру і орфографічні та стилістичні помилки.

Висновок про відповідність встановленим вимогам

Дисертаційна робота Гурея Володимира Ігоровича «Науково-технологічні основи підвищення якості та експлуатаційних характеристик деталей машин формуванням зміцнених нанокристалічних шарів» має важливе значення в галузі машинобудування. Вирішено актуальну для технології машинобудування науково-практичну проблему щодо поліпшення якості оброблених поверхонь, збільшення товщини зміцненого шару та покращання експлуатаційних показників деталей машин.

Одержані нові рішення науково-практичної проблеми, актуальність, практичне значення, новизна та закінченість досліджень, обґрунтування висновків заслуговують позитивної оцінки.

Зміст дисертаційної роботи, отримані основні наукові положення та висновки відповідають паспорту спеціальності 05.02.08 – технологія

машинобудування. Автореферат відповідає змісту дисертації.

Вказані недоліки суттєво не впливають на наукове та практичне значення дисертаційної роботи і не змінюють позитивну оцінку.

Робота відповідає вимогам п. 9, 10 Постанови Кабінету міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів», що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, а її автор, Гурей Володимир Ігорович, заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор
заслужений діяч науки і техніки України
Національного університету
«Чернігівська політехніка»,
проректор з науково-педагогічної роботи

В.В. Кальченко

Підпис Кальченка В.В. засвідчую
секретар вченої ради



І.М. Олійченко