

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гурея Володимира Ігоровича на тему

«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

Технологічні методи поверхневого зміцнення деталей машин все ширше використовуються в сучасній техніці для підвищення їх довговічності в експлуатації. На даний час у промисловості використовується велика кількість технологічних методів поверхневого зміцнення, які формують на поверхні деталі твердий, зносостійкий нанокристалічний шар. Більшість методів поверхневого зміцнення слід розглядати як альтернативні. При цьому суттєво можуть відрізнятися як властивості поверхневого шару, так і затрати на його отримання. Основною перешкодою їх впровадження у виробництво є недостатнє дослідження процесів зміцнення та розроблення технологічного спорядження для отримання необхідних параметрів обробленої поверхні та зміцненого шару.

У зв'язку з цим дисертаційну роботу, яка спрямована на підвищення ефективності фрикційної обробки деталей машин, покращення якості оброблених поверхонь і експлуатаційних властивостей треба визнати актуальною, своєчасною і важливою для народного господарства.

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» та наукового напрямку кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування Національного університету «Львівська політехніка» «Високоефективні 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 «Поверхнєве зміцнення робочих поверхонь струмознімачів» Національний університет «Львівська політехніка» (05.2021 р. – 06.2021 р.), де здобувач був виконавцем окремих етапів.

Наукова новизна досліджень та отриманих результатів

Основні результати досліджень, що відображають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:

- розроблено новий технологічний метод фрикційної обробки плоских і циліндричних поверхонь деталей для утворення зміцнених поверхневих нанокристалічних шарів, який поєднує дію концентрованого джерела енергії та інтенсивного пластичного деформування;
- вперше розроблено динамічну модель фрикційної обробки циліндричних поверхонь деталей, використовуючи інструмент з перервною робочою поверхнею, для визначення динамічних характеристик процесу;
- отримала подальший розвиток динамічна модель фрикційної обробки плоских поверхонь деталей, яка представлена як тримасова;
- розвинуто математичну модель термопружності під час фрикційної обробки плоских поверхонь деталей, виходячи з умови про скінчену швидкість теплового потоку;
- досліджено вплив параметрів фрикційної обробки інструментами з різною формою робочої поверхні на формування параметрів якості оброблених поверхонь та характеристик зміцнених нанокристалічних шарів;
- показано вплив утворених зміцнених нанокристалічних шарів на їх експлуатаційні властивості.

Практичне значення отриманих результатів

Базуючись на проведених теоретичних і експериментальних дослідженнях, дослідно-промислових випробуваннях розроблено і впроваджено технологічні процеси фрикційного зміцнення циліндричних і плоских поверхонь деталей машин, технологічного спорядження. Розроблені процеси поверхневого зміцнення показали ефективність запропонованих технологій зміцнення і дозволяють підвищити працездатність виробів у експлуатації. Отримані дисертантом результати дозволяють розробляти нові технологічні процеси поверхневого зміцнення робочих поверхонь деталей машин, які працюють в умовах зношування, а також втомного руйнування у різних середовищах.

Технічна новизна запропонованих розробок захищена 3 патентами України.

Основні результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка» і

Івано-Франківському національному університеті нафти і газу.

Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації, ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації

Результати роботи досить повно викладені у 41 науковій публікації, з них 4 статті – у журналах, включених до науково-метричної бази Scopus, 4 статті в іноземних журналах, 1 публікація у колективній закордонній монографії, 13 статей у фахових наукових виданнях України (з них 6 одноосібних), 3 патенти на винахід і корисні моделі, 15 тез конференцій.

Результати роботи доповідались і були схвалені на 19 наукових конференціях, семінарах та симпозиумах різного рівня.

Наукові положення, висновки та пропозиції у достатній мірі обґрунтовані теоретичним аналізом, експериментальними дослідженнями, тому їх слід вважати цілком достовірними. Теоретичні дослідження виконані на основі фундаментальних положень технології машинобудування, теорії різання, механіки, опору матеріалів, теплового контакту при високошвидкісному терті, математичного та комп'ютерного моделювання.

Експериментальні дослідження проведені з використанням положень технології машинобудування, на основі методів фізичного моделювання, математичного планування експериментів, дисперсійного і кореляційного аналізів, застосуванням сучасних фізичних і механічних методів оцінки параметрів технологічного процесу фрикційного зміцнення, стану поверхні та поверхневого шару, працездатності деталей під час експлуатації.

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

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

Структура і характеристики роботи.

Дисертація складається з анотації двома мовами, вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, який налічує 357 найменувань, і додатків.

У вступі обґрунтовано доцільність проведення досліджень та актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета і завдання дослідження, окреслено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, виділено особистий внесок здобувача та інформацію про впровадження

наукових розробок. Наведено дані щодо апробації результатів науково-практичних пошуків та публікації, що відображають основний зміст дисертаційної роботи.

У *першому розділі* автором проаналізовано стан проблеми. Детально проаналізовано стан сучасних методів поверхневого зміцнення поверхневих шарів деталей машин, необхідних умов для формування зміцненого шару з нанокристалічною структурою і забезпечення параметрів якості оброблених поверхонь та їх вплив на експлуатаційні властивості виробів. Сформульовані мета і задачі досліджень.

У *другому розділі* описано методики теоретичних, експериментальних досліджень і їх умови проведення, розроблене і використовуване технологічне устаткування, спорядження. Описано оригінальні конструкції інструментів з різною формою робочої поверхні для проведення фрикційного зміцнення робочих поверхонь необхідних зразків, які використовувались для проведення відповідних досліджень. Представлені методики визначення складових сили дії інструмента на деталь у зоні їх контакту під час фрикційного зміцнення циліндричних та плоских поверхонь. Описано методику дослідження балансу жорсткості та коефіцієнту в'язкого опору складових токарного і плоскошліфувального верстатів. Подано методики дослідження зносостійкості при різних видах тертя та контактного втомного руйнування.

У *третьому розділі* розроблено математичну модель термопружності при формуванні зміцненого нанокристалічного шару під час перервного фрикційного зміцнення інструментом з поперечними пазами на його робочій поверхні. Досліджено вплив режимів обробки і геометрії робочої поверхні інструменту на параметри термопружності під час формування зміцненого шару.

У *четвертому розділі* представлено розроблені динамічні і імітаційні моделі процесу фрикційного зміцнення плоских і циліндричних поверхонь деталей інструментом з перервною робочою поверхнею. Визначено амплітуди динамічних коливань елементів пружних систем верстатів та побудовано АЧХ пружних систем верстатів, які використовуються у процесі фрикційного зміцнення плоских і циліндричних поверхонь деталей.

У *п'ятому розділі* представлені результати експериментальних досліджень впливу геометрії робочих поверхонь інструментів, методу подачі технологічного середовища у зону обробки на формування зміцненого нанокристалічного шару, його товщини і твердості, величини і розподілу залишкових напружень, фазового і хімічного складу. Висвітлено технологічні особливості утворення мікрогеометрії оброблених поверхонь інструментами з різною формою робочої поверхні. Представлено математичну модель визначення товщини зміцненого шару інструментом з пазами і подачею технологічного середовища

безпосередньо у зону контакту інструмент-деталь.

У шостому розділі подано результати експериментальних досліджень впливу поверхневих зміцнених шарів на експлуатаційні характеристики, а саме зносостійкість при різних видах тертя і контактного втомного руйнування.

Обґрунтування та достовірність основних висновків дисертації.

Наведені в дисертаційній роботі висновки і рекомендації є достатніми і належним чином обґрунтовані. Для їх висвітлення автором проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, виконані публікації та розроблені відповідні методики.

Зауваження до дисертаційної роботи.

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

1. Дисертантом не представлено допустимі межі зміни режимів фрикційного зміцнення деталей.
2. У роботі не обґрунтовано з яких міркувань вибрано матеріал зміцнювального інструмента.
3. З представленою роботи не зрозуміло якою є оптимальна температура у зоні контакту інструмент-деталь під час фрикційного зміцнення різних оброблюваних матеріалів деталей.
4. У роботі не представлено яким чином визначали величину і розподіл залишкових напружень за глибиною після фрикційної обробки плоских і циліндричних поверхонь деталей.
5. У розрахункових схемах, що описують динаміку плоскошліфувального верстата (рис. 4.2, стор. 150), а також токарного верстата (рис. 4.32, стор. 188) можливо було би додати ще одну координату φ – що ураховує кут повороту шпindelної бабки (або пристрою) маси m_1 , відносно свого центру мас.
6. Метою моделювання термонапруженого стану у поверхневому шарі є знаходження вектора u пружних переміщень та збурення температури $\theta = \theta(x, t)$ які задовольняють рівнянням (3.1 та 3.2, ст. 120). Яким чином ураховувалась швидкість руху V_z фрикційного диску відносно заготовки, яка направлена уздовж руху джерела збурення (рис. 3.1, ст. 116)?
7. У тексті дисертаційної роботи є неточності редакційного характеру та трапляються деякі синтаксичні і стилістичні похибки і помилки.

Загальні висновки до дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Гурея Володимира Ігоровича «Науково-технологічні основи підвищення якості та експлуатаційних характеристик деталей машин

формуванням зміцнених нанокристалічних шарів» є завершеною науковою працею і має важливе значення в галузі машинобудування. Вирішено актуальну науково-практичну проблему, яка полягає у підвищенні ефективності фрикційного зміцнення, покращання точності і якості оброблених поверхонь та підвищенні експлуатаційних властивостей деталей машин.

Одержані нові розв'язки 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 зауваження щодо представленого дослідження не знижують вагомості отриманих у роботі наукових та практичних результатів і не змінюють її позитивну оцінку.

Робота відповідає вимогам п. 9, 10 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., що ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, а її автор, Гурей Володимир Ігорович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування.

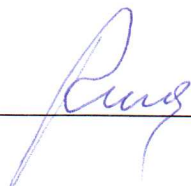
Офіційний опонент:

Завідувач кафедри технології
машинобудування
ДУ «Одеська політехніка»
д.т.н., професор



Оргіян О.А.

Підпис Оргіяна О.А. підтверджую
Вчений секретар
Ради ДУ «Одеська політехніка»



Шевчук В.І.