

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Роп'яка Любомира Ярославовича

“Науково-технологічні основи виготовлення деталей та складання виробів, зміцнюваних мікродуговим оксидуванням алюмінієвого шару”,

подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування

1. Актуальність теми досліджень

Дисертаційна робота виконана на кафедрі комп'ютеризованого машинобудівного виробництва Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу і присвячена актуальній проблемі щодо розроблення науково-технологічних засад отримання поверхонь заготовок для виготовлення деталей із подальшим зміцненням мікродуговим оксидуванням та складання вузлів із алюмінієвих деталей. За структурою рецензована робота містить анотацію, вступ, сім розділів, загальні висновки по роботі, перелік літературних джерел та додатки.

Впровадження прогресивних комплексних технологічних процесів зміцнення є важливим питанням скорочення використання гостродефіцитних матеріалів, а також застосування технологічного обладнання, яке характеризується низькою вартістю порівняно з традиційними методами машинобудування.

Збільшення ресурсу роботи деталей машин та технологічного обладнання, що працюють в агресивних сірководневмісних середовищах і контактують із абразивними частинками гірської породи, вимагає підвищення експлуатаційних властивостей робочих поверхонь. Одним із можливих шляхів досягнення вказаного є розроблення нових технологічних процесів нанесення покриттів. Традиційні методи зміцнення повною мірою не можуть задовольнити сучасні високі вимоги щодо параметрів якості поверхонь деталей і захисту відповідних сталених поверхонь деталей машин від знеміцнюючої дії корозії та зносу. Для вирішення цієї проблеми є перспективним застосування алюмінієвих сплавів і створення нових методів їх зміцнення шляхом формування на попередньо підготовленій поверхні деталей оксидних покриттів методом мікродугового оксидування з подальшою їх механічною обробкою.

Тому підвищення якості поверхонь деталей формуванням зносостійких покриттів та складання виробів є актуальним як з огляду технології машинобудування зокрема, так і підвищення довговічності бурового і нафтогазового обладнання у цілому.

Розроблена в дисертаційній роботі технологія зміцнення робочих поверхонь деталей машин є комплексною, побудованою на принципах технологічної спадковості і базується на системному підході: раціональному виборі способу отримання заготовок (відцентровим армуванням частинками оксиду алюмінію із алюмінієвих сплавів, напиленням шару алюмінію на заготовку зі сталі або алюмінію), підготовці поверхні перед напиленням покриття, формуванні зносостійкого шару покриття мікродуговим

оксидуванням в електроліті, фінішній механічній обробці зовнішнього шару покриття. Внаслідок такого поєднання технологічних методів формується двошарове покриття, що містить зовнішній зносостійкий оксидний шар та алюмінієвий підшар, які забезпечують комплексний захист сталі та алюмінію від зношування та наводнення в агресивних середовищах.

Дослідження за вказаною темою дисертації проведено відповідно до господарсько-договірних та держбюджетних тематик науково-дослідних робіт, які виконувались упродовж тривалого періоду часу. Рецензована дисертаційна робота Роп'яка Л. Я. є актуальною і відповідає планам наукових досліджень Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Формулювання мети роботи, системний підхід щодо задач досліджень та їх реалізації відображає високий науковий рівень роботи. Досягнення поставленої мети обумовило широке використання теоретично-експериментальних досліджень та проведення великої кількості лабораторних, стендових і промислових випробовувань. Під час експериментальних випробовувань дисертантом використовувалося як стандартне, так і розроблене та модернізоване оригінальне обладнання.

Наукові положення, загальні висновки та розроблені рекомендації у роботі мають високий ступінь наукової та практичної обґрунтованості. Це підтверджується також впровадженням результатів дисертації у виробництво та навчальний процес.

3. Достовірність наукових результатів та висновків

Велику увагу в дисертаційній роботі приділено обґрунтуванню її основних наукових положень та висновків, теоретичних, технологічних, електрохімічних та трибологічних досліджень. Проведені комплексні дослідження є несуперечливими і логічно доповнюють результати, що отримані під час експериментів іншими дослідниками.

У дисертаційній роботі коректно поставлені завдання, котрі вирішені завдяки системному підходу та використанню відповідних науково-обґрунтованих методів.

Теоретичні дослідження проведені з використанням фундаментальних засад технології машинобудування, механіки деформівного твердого тіла, електрохімії та матеріалознавства з використанням методів математичної статистики та теорії планування експерименту. Експериментальні дослідження проведені з використанням установок для відцентрового армування, віброелектроіскрового легування, електродугового напилення, мікродугового оксидування, випробовувань на зношування, мікроелектрохімічних вимірювань, у тому числі на установках, розроблених та вдосконалених дисертантом.

Сформульовані у роботі основні наукові положення та припущення є коректними, співвідносяться із загальноприйнятими та не видозмінюють

фізичної сутності досліджуваних технологічних процесів зміцнення деталей машин та складання виробів.

Експериментальні дослідження проведені на сучасному обладнанні, що підтверджує достовірність наукових результатів і висновків. Основні висновки роботи узгоджуються з відомими теоретичними і експериментальними дослідженнями.

4. Наукова новизна результатів дисертації

У дисертації для досягнення поставленої мети вирішено ряд задач, які дозволили отримати нові результати, на підставі яких сформульовано наукову новизну роботи, змістовність якої полягає в подальшому розвитку науково-технологічних основ вдосконалення технологічних процесів зміцнення деталей та складання виробів.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що:

- отримало подальший розвиток оцінювання міцності двошарових покриттів під дією контактного локального навантаження з підбором раціонального співвідношення товщин оксидного покриття та алюмінієвого підшару; враховано вплив армування субстрату на міцність деталей з двошаровим покриттям;

- вперше розроблено технологію армування алюмінієвої основи заготовки частинками оксиду алюмінію, яка забезпечує підвищення несучої здатності деталі з оксидованою поверхнею;

- розвинуто математичні моделі технологічних процесів відцентрового литва заготовок та напилення алюмінієвих покриттів, армованих частинками оксиду алюмінію, які враховують зміну сил опору рухові армуючих частинок у розтопленому сплаві або в металоповітряному потоці та визначають раціональні технологічні режими отримання заготовок із заданим розподілом арматури;

- вперше розроблено технологію та її технічне забезпечення для мікродугового оксидування компактних алюмінієвих сплавів і алюмінієвих покриттів, нанесених на сталеву або алюмінієву основи газотермічними методами напилення, що дає змогу встановити переваги електродугового напилення над плазмовим;

- вперше встановлено закономірності зміни геометричних розмірів алюмінієвих деталей та сталевих деталей із напиленням алюмінієм після мікродугового оксидування його поверхневого шару, що дало можливість обґрунтовано визначати технологічні припуски на механічну обробку з урахуванням технологічної спадковості між поверхнями заготовок і деталей;

- вперше виявлено нерівномірний розподіл мікротвердості за товщиною оксидного покриття з максимумом біля поверхні розмежування з алюмінієвою основою та зону пониженої мікротвердості в основі із компактного алюмінієвого сплаву Д16Т та запропоновано технологічні заходи для її вирівнювання;

- вперше виявлено, що в оксидному шарі покриття, сформованому на поверхні компактного або напиленого алюмінію, виникають залишкові

напруження стиску, що відкриває можливості для технологічного регулювання їхнього рівня;

– удосконалено математичну модель оптимізації технологічних режимів різання під час алмазного шліфування оксидного шару покриття для забезпечення заданої шорсткості циліндричної поверхні за максимальної продуктивності механічної обробки та мінімальної собівартості операції;

– дістали подальший розвиток аналітичні підходи щодо розрахунку технологічних напружень у виробах, складених із оксидованих деталей, а саме: інженерна теорія клемового з'єднання з неповним охопленням вала, модель цангової гайки з підпружиненими пелюстками та оцінка напружень в оболонкових елементах робочого колеса відцентрового вентилятора; виявлено технологічні особливості складання таких виробів для забезпечення потрібного запасу міцності.

5. Практична цінність отриманих результатів

Дисертаційна робота Роп'яка Л. Я. є завершеним науковим дослідженням. На основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено і впроваджено технологічні процеси зміцнення деталей комплексним методом та складання виробів. Розроблений метод зміцнення містить декілька операцій:

- 1) виготовлення заготовок;
- 2) віброелектроіскрове легування поверхні перед нанесенням покриття;
- 3) електродугове напилення композиційних алюмінієвих покриттів із суцільних дротів і частинок порошку, які вводять із живильника в металоповітряний потік;
- 4) оксидування поверхневого шару алюмінієвого покриття;
- 5) фінішна механічна обробка.

Для проведення наукових та практичних досліджень виконано та реалізовано ряд практично значущих конструкторських розробок, а саме:

- модернізація установки для віброелектроіскрового легування;
- розробка установки для електродугового напилення композиційних покриттів з подачею частинок порошку в металоповітряний потік із живильника з системою автоматизованого керування технологічними параметрами процесу;
- розробка установки для мікродугового оксидування компактних алюмінієвих сплавів та напилених алюмінієвих покриттів із системою автоматизованого керування технологічними параметрами процесу;
- розробка установки для проведення випробовувань на корозійно- та зносостійкість деталей з покриттями.

Розроблено технологічний процес зміцнення деталей мікродуговим оксидуванням алюмінієвого шару та складання виробів із алюмінієвих деталей.

Технічну новизну розробок захищено 16-ма авторськими свідоцтвами та 18-ма патентами України на винаходи та корисні моделі.

Розроблену технологію формування композиційних покриттів комплексним методом на деталях типу тіл обертання передано і впроваджено у виробництво в ТзОВ МНВЦ “Епсілон ЛТД” і ТзОВ “Інтербур” (м. Івано-

Франківськ).

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі на кафедрі комп'ютеризованого машинобудівного виробництва Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

6. Повнота викладу в опублікованих працях основних результатів дисертації та апробація. Мова та стиль дисертації

За результатами наукових досліджень автора опубліковано 106 наукових праць, серед них 1 брошура та 42 статті у фаховій періодиці (зокрема, 1 стаття–одноосібна, 3 статті – в іноземних журналах, 7 статей – у журналах, включених до провідних наукометричних баз), 34 авторські свідоцтва і патенти на винаходи та корисні моделі, 2 свідоцтва на комп'ютерні програми, 27 публікацій у збірниках матеріалів та тез конференцій. Таким чином, отримані здобувачем наукові результати повністю висвітлені у публікаціях.

Дисертаційна робота і матеріали досліджень викладені кваліфіковано, систематизовано, грамотно та логічно. Розділи роботи взаємопов'язані і повністю розкривають заявлену в роботі тему. Зміст дисертації відповідає її назві та поставленій меті дослідження. Рукопис дисертації оформлений згідно з установленими нормами. Основні результати є змістовними, науково обґрунтованими та аргументованими і вносять вагомий вклад у галузь науки про технологію машинобудування як в частині теоретичних, так і в частині експериментальних досліджень.

Дисертаційна робота повністю відповідає паспорту спеціальності 05.02.08 – технологія машинобудування і безсумнівно має наукове та практичне значення.

Автореферат в повній мірі відображає зміст та основні положення дисертації.

7. Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи та автореферату загалом

До рецензованої роботи є наступні зауваження:

1. Одновимірна задача теплопровідності (п. 2.3) щодо оцінок наслідків температурного спалаху на фронті окисдування сформульована при занадто грубих припущеннях про дію плоского іскрового розряду у безмежному просторі. Слід було би вивчати таку задачу хоча би для півпростору, врахувавши при цьому теплообмін з електролітом.

2. У третьому розділі роботи не достатньо обґрунтовано вибір плану проведення експериментів для оптимізації технологічних параметрів процесу мікродугового окисдування алюмінію.

3. Не зрозуміло, яким чином отримані у п. 4.2 результати ймовірного моделювання пов'язані із вибором технологічних параметрів процесу мікродугового окисдування алюмінію.

4. У технологічному процесі складання плунжерів із сталевих та алюмінієвих деталей недостатньо обґрунтованим є вибір товщини

клею. Також дуже скупую є інформація про технологію зміцнення різьб, хоча в додатках детально описано декілька запропонованих конструкції зміцнювального інструменту.

5. У тексті автореферату не наведено відсоток розбіжності між результатами теоретичних і експериментальних досліджень, є поодинокі стилістичні, орфографічні та граматичні неточності

Зазначені недоліки не применшують цінність основних наукових результатів роботи і не є принциповими по відношенню до її головних висновків. Зауваження скоріше підкреслюють потенційні можливості роботи.

8. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Вивчення та аналіз змісту, форми та стилю подання матеріалу в дисертаційній роботі та в авторефераті, а також змісту, кількості та якості публікацій вказують на наступне.

Дисертаційна робота Роп'яка Любомира Ярославовича є самостійним цілісним завершеним науковим дослідженням, що виконане на актуальну тему і містить обґрунтовані наукові положення, рекомендації та висновки, має наукову новизну та практичну цінність.

Зміст дисертації повністю відповідає паспорту спеціальності 05.02.08 – технологія машинобудування.

Вважаю, що дисертаційна робота “Науково-технологічні основи виготовлення деталей та складання виробів, зміцнюваних мікродуговим окисдуванням алюмінієвого шару” відповідає всім вимогам МОН України щодо докторських дисертацій, наведеним у пунктах 9, 10, 12 „Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, а її автор – Роп'як Любомир Ярославович – за вирішення науково-технічної проблеми щодо розробки теоретичних основ та технологічних засобів підвищення ресурсу обладнання мікродуговим окисдуванням поверхневого алюмінієвого шару заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування.

Офіційний опонент –
завідувач кафедри технічного сервісу
Сумського національного
аграрного університету
доктор технічних наук, професор

В.Б. Тарельник



Засвідчую:
учений секретар Сумського
національного аграрного
університету
Ю.І. Данько
р.