

Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Загребельного Володимира Вікторовича

«Технологічне забезпечення підвищеної зносостійкості швидкорізальної сталі Р6М5 комбінованими методами поверхневого зміцнення», яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах

Актуальність теми дисертації.

Одним з актуальних завдань інструментального виробництва є розробка методів підвищення зносостійкості різального інструменту, яка визначає працездатність і надійність інструменту в цілому. Поширеними методами досягнення підвищення зносостійкості різального інструменту є зміцнення його поверхневих шарів шляхом нанесення зносостійких захисних покриттів. Використання традиційних технологій поверхневого модифікування не завжди задовольняє вимоги виробництва. Більш ефективними методами поверхневого зміцнення різального інструменту є комбіновані технології, які дозволяють поєднувати переваги кожного з методів.

Практично всі методи нанесення покриттів можливо використовувати в поєднанні один з одним. Зокрема, в своїй роботі Загребельний В. В. пропонує формувати зносостійкі покриття за рахунок комбінованого модифікування поверхневих шарів різального інструменту зі швидкорізальної сталі Р6М5, які включають дискретну лазерну обробку і хіміко-термічну обробку, дискретну лазерну обробку і іонно-плазмове напилення, а також створення багат шарових градієнтних покриттів.

Тому тема дисертаційної роботи є безумовно актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проводилися в межах науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету відповідно до тематичних планів Міністерства освіти і науки України: №659-ДБ10 (№ держреєстрації



0110U000212); №865-ДБ13 (№ держреєстрації 0113U000084) згідно з Державною цільовою програмою прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України за напрямом «Найважливіші проблеми фізико-математичних і технічних наук»; №1060-ДБ16 (№ держреєстрації 0116U004636) за напрямом «Інженерія поверхні».

Наукова новизна дослідження та результатів.

У відповідності до мети дослідження дисертантом розроблені наступні наукові положення. Встановлено закономірності формування структури сталі Р6М5 після лазерної обробки та наступного азотування, які, на відміну від існуючих, враховують схеми попередньої лазерної обробки та технологічні параметри азотування. Встановлено оптимальну площу дискретної лазерної обробки. Запропоновано механізм підвищення зносостійкості і стійкості різального інструменту зі сталі Р6М5 за рахунок дискретної лазерної обробки за сітчасто-стільниковою схемою з наступним азотуванням. Встановлено, що при комплексному насиченні поверхневих шарів сталі Р6М5 азотом та титаном і азотом та хромом формуються багатоконпонентні покриття. Показано, що додаткова лазерна обробка підвищує твердість сталі, яка є підкладкою під покриттям і забезпечує сприятливий напружено-деформований стан у системі основа–покриття при терті. Розроблено багат шарове градієнтне покриття на основі Ti, Hf, Si та встановлено механізм його зношування. Встановлено зв'язок між стійкістю різального інструменту при експлуатації та зносостійкістю покриттів в умовах абразивного зношування не жорстко закріпленими частинками. На основі проведених експериментальних досліджень в умовах тертя ковзання і абразивного зношування та результатів розрахунків напружено-деформованого стану, що виникає при терті робочої поверхні інструменту, запропоновано визначати конструктивні параметри покриттів на різальному інструменті зі сталі Р6М5 дискретного і градієнтних типів.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків та додатків. Повний обсяг дисертації становить 195

сторінок. Обсяг анотації становить 14 сторінок. Дисертація містить 67 рисунків, 19 таблиць. Список використаних джерел із 197 найменувань займає 20 сторінок. Додаток містить 15 сторінок. Обсяг основної частини дисертації становить 140 сторінок.

Загальна характеристика дисертаційної роботи.

У вступі наведено основні передбачені положеннями ДАК МОН України дані щодо актуальності роботи, її новизни, наукової цінності і практичного значення. Визначено мету і задачі дисертаційної роботи, об'єкт та предмет дослідження, показано особистий внесок здобувача при виконанні роботи, відомості про абробацію і публікації за результатами досліджень.

У першому розділі відображено результати проведеного аналітичного огляду вітчизняних і закордонних літературних джерел за темою дисертації.

Проаналізовано матеріали, які використовуються для виготовлення різального інструменту, основні причини та характер руйнування робочих поверхонь різального інструменту. Проведено аналіз сучасних технологічних методів поверхневого зміцнення різального інструменту із швидкорізальних сталей. Вибрано методи нанесення покриттів для комбінованої обробки різального інструменту із швидкорізальної сталі Р6М5

У другому розділі описано методи, методики та експериментальні установки, які були використані при проведенні дисертаційного дослідження.

У третьому розділі встановлено закономірності зношування сталі Р6М5 після дискретної лазерної обробки та наступного азотування в умовах тертя ковзання без змащування та абразивного зношування при терті не жорстко закріпленими абразивними частинками, визначено оптимальну площу лазерної обробки, що забезпечує підвищення зносостійкості і зменшення коефіцієнта тертя, досліджено вплив конструктивно-технологічних і експлуатаційних параметрів на її зносостійкість, а також стійкість інструменту зі сталі Р6М5 після комбінованої обробки при точінні сталі 30ХГСА та встановлено механізм його зношування.

У четвертому розділі наведено результати досліджень фізико-механічних і триботехнічних властивостей сталі Р6М5 після комбінованої обробки – азотування з наступним титануванням та азотування з наступним хромуванням. Досліджено вплив додаткової дискретної лазерної обробки в режимі самогартування на зносостійкість сталі після азототитанування та азотохромування.

У п'ятому розділі наведено результати експериментальних досліджень триботехнічних властивостей сталі Р6М5, поверхнево модифікованої іонно-плазмовим методом нанесення покриттів. Розроблено технологічні процеси формування градієнтного покриття на основі Ti, Hf, Si та триботехнології комплексного підвищення експлуатаційних характеристик сталі Р6М5 при нанесенні іонно-плазмового покриття TiN, досліджено механізм зношування сталі Р6М5 з даними покриттями. За результатами експериментальних досліджень були побудовані математичні моделі залежностей триботехнічних характеристик багат шарового градієнтного покриття від конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів. На основі отриманих результатів можна одержати наочне уявлення про геометричний образ функцій відгуку побудовою відповідних геометричних поверхонь. Проведено багатокритеріальну оптимізацію процесу формування зовнішнього підшару верхнього шару градієнтного покриття. Результати статистичного аналізу дозволяють зробити висновок, що регресійні залежності адекватні та інформативні, результати відтворені, коефіцієнти статистично значимі. Усе це свідчить про те, що регресійні залежності адекватно описують процес і їх можна використовувати для аналізу й оптимізації технологічного процесу нанесення іонно-плазмових багат шарових градієнтних покриттів.

Висновки дисертаційної роботи ґрунтуються на аналізі одержаних практичних та експериментальних результатів досліджень. Всі результати наведені в кінці кожного розділу і в узагальненому вигляді в заключній частині дисертації.

Список літературних джерел включає 197 найменувань, що свідчить про всебічне опанування дисертантом обробленої інформації за обраною тематикою.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.

Наукові положення, отримані висновки і рекомендації наведені дисертантом у достатній мірі обґрунтовані. Автором застосовані сучасні методики досліджень та методи обробки даних. Достовірність отриманих результатів та висновків підтверджена порівнянням результатів теоретичних розрахунків з експериментальними даними. Використовувались сучасні експериментальні методи: рентгеноструктурні методи для дослідження структурно-фазового складу поверхневого шару сталі Р6М5 після різних типів комбінованої обробки; методи растрової електронної мікроскопії та рентгенівського аналізу для дослідження особливостей мікроструктури поверхневого шару сталі Р6М5, вмісту та розподілу елементів у ньому; методи інженерної механіки для дослідження залишкових напружень, мікротвердості, мікрокрихкості; експериментальні дослідження триботехнічних характеристик в умовах тертя ковзання без змащення та абразивного зношування на жорстко закріплених частках. Всі експериментальні дослідження, а також роботи з впровадження підтвердженні відповідними актами.

Значення результатів роботи для науки та практики.

Наукова цінність роботи полягає у обґрунтуванні створення комбінованих покриттів підвищеної зносостійкості дискретного і градієнтного типів на сталі Р6М5, яке базується на встановлених закономірностях впливу їх структурно-фазового складу, фізико-механічних і триботехнічних властивостей на процесі тертя та зношування.

Практична цінність роботи полягає у тому, що одержано нові наукові результати, які є основою розробки технологій комбінованого зміцнення РІ зі сталі Р6М5. Це дозволить на етапах розробки і виробництва РІ здійснити вибір

раціональних за складом та властивостями покриттів для підвищення його зносостійкості при різанні. Зокрема, комбіноване покриття, яке включає ДЛЮ за сітчасто-стільниковою схемою з наступним азотуванням, дозволило підвищити стійкість РІ зі сталі Р6М5 в 1,7–2,2., а розроблена триботехнологія комплексного підвищення експлуатаційних характеристик сталі Р6М5 при нанесенні іонно-плазмового покриття TiN, яка дає змогу підвищити теплостійкість сталі Р6М5 на 20 °С та температуру нанесення покриттів до 580 °С, що є оптимальною для нанесення зносостійких покриттів високої якості використано для зміцнення інструменту при точінні легованої термообробленої сталі ХВГ.

Повнота викладення основних результатів дисертаційної роботи у опублікованих наукових роботах.

Основні результати дисертаційних досліджень Загребельного В.В. опубліковані у 17 наукових працях, у тому числі: 6 праць у фахових виданнях переліку МОН України; 1 у закордонному виданні; 1 в закордонному виданні, яке внесено до реєстру міжнародної наукометричної бази даних Web of Science; 6 матеріалів та тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях і конгресі; 3 патенти України.

Всі вимоги положень ДАК МОН України щодо наукових публікацій витримано.

Зауваження до дисертаційної роботи, автореферату та їх оформленню.

1. У роботі немає повної діагностики більшості методів нанесення зносостійких покриттів, які можливо використовувати в поєднанні для зміцнення різального інструменту.

2. В авторефераті дисертаційної роботи ілюстративний матеріал подекуди потребує більш чіткого відображення для ефективного сприйняття експериментально встановлених закономірностей.

3. В п. 1.4 проведено вибір методів нанесення покриттів для комбінованої обробки різального інструменту із швидкорізальної сталі

Р6М5 та для більшості методів наведені загальні переваги та недоліки, доцільно було чіткіше описати визначальні переваги для сталі Р6М5 окремо, які дали б можливість обґрунтувати їх вибір.

4. В дисертаційній роботі є повтори, зокрема у розділі 1 і розділі 3 дублюються недоліки азотування та часто наголошуються переваги комбінованих методів нанесення покриттів.

5. На стр. 102 автор говорить «...при більш важчих режимах випробувань, при великих температурах іде інтенсивне окислення в зоні тертя...», але безпосереднє вимірювання температури в зоні контакту зразка з контртілом, виходячи з поданих матеріалів не проводилось.

6. В п. 4.2 автор говорить, що азотохромовані покриття мають меншу мікрокрихкість, що й забезпечує їм менший знос, але нерозкрито як він приходить до такого висновку.

7. В п. 5.2 автор описує склад багат шарового градієнтного покриття проте, в повному обсязі, не розкриває, чому саме вибрали такий склад.

Проте зазначені зауваження жодним чином не знижують загальної позитивної оцінки роботи, а лише можуть слугувати предметом наукової дискусії під час захисту представленої дисертаційної роботи.

Загальний висновок по роботі.

Дисертаційна робота Загребельного Володимира Вікторовича на тему “Технологічне забезпечення підвищеної зносостійкості швидкорізальної сталі Р6М5 комбінованими методами поверхневого зміцнення” є закінченою науково-дослідною роботою, що містить вирішення важливого науково-технічного завдання, яке полягає у підвищенні зносостійкості поверхневих шарів швидкорізальної сталі Р6М5 комбінованими методами та встановленні закономірностей впливу їх структурно-фазового складу, фізико-механічних властивостей та параметрів структури на триботехнічні характеристики.

Дисертаційна робота у цілому виконана на високому науковому рівні, її результати є актуальними, науково обґрунтованими та достовірними. Напрямок проведеного дослідження відповідає паспорту спеціальності 05.02.04 – тертя

та зношування в машинах. Робота відповідає вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій згідно з п. 9 та 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор Загребельний Володимир Вікторович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 - тертя та зношування в машинах.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри виробництва, ремонту

та матеріалознавства

Національного транспортного університету



О.І. Куш

Підпис офіційного опонента, к.т.н., доцента Куша О.І. засвідчую:

Вчений секретар ради

Національного транспортного університету

кандидат технічних наук, професор



О.І. Мельниченко