

Відділ діловодства
Вихідний № 37-17/445
"15" 02 20 18

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Загребельного Володимира Вікторовича на тему «Технологічне забезпечення підвищеної зносостійкості швидкорізальної сталі Р6М5 комбінованими методами поверхневого зміцнення» представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах

Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними науковими програмами. Підвищення зносостійкості різального інструменту є важливою державною задачею, що дозволить підвищити їх довговічність та надійність і, як наслідок продуктивність металообробної промисловості, що сприятиме підвищенню конкурентноспроможності інструментального виробництва.

Ефективними та перспективними методами підвищення зносостійкості різального інструменту із швидкорізальної сталі Р6М5 є комбіноване зміцнення та модифікування його поверхневих шарів різальних крайок. Серед таких методів відомими є створення дискретних і градієнтних покриттів.

Незважаючи на значний прогрес в галузі технологій нанесення зносостійких покриттів існує ряд проблем, рішення яких можливе тільки на основі вивчення процесів, що розвиваються в контакт «різальний інструмент - оброблюваний виріб», встановленні закономірностей їх зношування та триботехнічних властивостей. Саме такі дослідження були здійснені в даній роботі.

Важливість даного напрямку досліджень підкреслює і те, що основні етапи роботи виконувались в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету на замовлення МОН України, тематика яких відповідає обраному напрямку дисертації: №659-ДР (№ держреєстрації 0110U000212); №865-ДБ13 (№ держреєстрації 0113U000084); №1060-ДБ16 (№ держреєстрації 0116U004636).

З огляду на вищевказане, тема дисертаційної роботи Загребельного є актуальною.

Наукова новизна дослідження та отриманих результатів.

1. Встановлено закономірності формування структури сталі Р6М5

лазерної обробки та наступного азотування, які враховують схеми попередньої лазерної обробки та технологічні параметри азотування.

2. Для підвищення зносостійкості та стійкості різального інструменту зі сталі Р6М5 запропоновано сітчасто-стільникову схему лазерної обробки з наступним азотуванням. Поєднання тонких, пластичних азотованих ділянок без лазерної обробки та зміцнених з високою твердістю ділянок забезпечить мінімальні напруження при терті.

3. Сформовано на сталі Р6М5 багатокомпонентні покриття: при азотитануванні на основі карбіду титану та нітриду титану, а при азотохромуванні з карбідів та нітриду хрому.

4. Розроблено багат шарове градієнтне покриття з високою припрацьованістю і зносостійкістю, які досягаються за рахунок співвідношення компонентів у верхньому (зовнішньому) підшарі, що забезпечує здійснення правила додатнього градієнта механічних властивостей завдяки нижчій твердості і підвищеній пластичності порівняно з нижнім основним підшаром.

5. Опосередковано встановлено існування зв'язку між зносостійкістю сталі Р6М5 з комбінованими покриттями в умовах абразивного зношування і стійкістю різального інструменту при експлуатації, а також запропоновано визначати конструктивні параметри покриттів на різальному інструменті зі сталі Р6М5 дискретного і градієнтних типів на основі експериментальних досліджень в умовах тертя ковзання і абразивного зношування та результатів розрахунків напружено-деформованого стану, що виникає при терті робочої поверхні інструменту.

Практична цінність роботи. Комбіноване покриття, яке включає дискретну лазерну обробку за сітчасто-стільниковою схемою з наступним азотуванням, дозволило підвищити стійкість різального інструменту зі сталі Р6М5 в 1,7...2,2. 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. Покриття TiN нанесене за запропонованим спосо-

бом використано для зміцнення інструменту при точінні легованої термообробленої сталі ХВГ.

Повнота викладення основних результатів дисертаційної роботи. Матеріали дисертаційних досліджень Загребельного В.В. достатньо повно викладені у 17 наукових працях, з них: 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 патентах України. Матеріали роботи доповідалися на багатьох міжнародних і регіональних конференціях.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Усі наукові положення, висновки і рекомендації сформульовані дисертантом обґрунтовані достатньо переконливо та повно. Достовірність отриманих результатів та висновків підтверджена використанням сучасної дослідної техніки, а також порівнянням результатів теоретичних розрахунків з експериментальними даними.

Автор застосовував комплексний підхід до вирішення поставлених наукових завдань, який ґрунтується на експериментальних дослідженнях і всебічному аналізі отриманих результатів та використанні наукових положень сучасної теорії і практики тертя на зношування. Логіка викладення матеріалу відповідає поставленій меті та завданням дисертації.

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

У вступі представлено основні дані, які характеризують роботу: актуальність теми, наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовані мета та завдання дослідження, особистий внесок здобувача, апробація та публікації результатів роботи, структура та обсяг дисертації.

У першому розділі проведено літературний огляд джерел пов'язаних з причинами зношування, виходу різального інструменту з ладу та характер руйнування його різальних крайок. Наведені способи і технології підвищення зносостійкості різального інструменту із швидкорізальних сталей. Вибрано методи зміцнення комбінованою обробкою різального інструменту із швидкорізальної сталі Р6М5.

За результатами літературного аналізу сформульовано наукове завдання, що вирішувалась в дисертації, визначено її мету, а також поставлено завдання, які розв'язувались для досягнення цієї мети.

У другому розділі представлено методи і методики досліджень фізико-механічних та триботехнічних властивостей сталі Р6М5 після комбінованої обробки, а також аналітичного розрахунку напружено-деформованого стану. Використано методику математичного моделювання, зокрема метод багатofакторного планування експерименту та математичної обробки статистичних даних щодо формування багатошарових градієнтних покриттів.

У третьому розділі наведено особливості структуроутворення поверхневих шарів сталі Р6М5 попередньою дискретною лазерною обробкою і наступним азотуванням. Подано результати аналітичного розрахунку напружено деформованого стану сталі дискретно азотованої сталі та досліджено вплив попередньої лазерної обробки на час азотування та її триботехнічні властивості в умовах тертя ковзання без змащення і абразивного зношування. Запропоновано механізм підвищення зносостійкості і стійкості різального інструменту зі сталі Р6М5 за рахунок схем лазерної обробки. Встановлено механізм зношування інструменту при точінні сталі 30ХГСА.

У четвертому розділі приведені результати дослідження структурно-фазового складу, закономірності впливу швидкості ковзання і навантаження на зносостійкість і коефіцієнт тертя сталі Р6М5 після азототитанування та азотохромування з попередньою лазерною обробкою при випробуванні в умовах тертя ковзання без змащування. Досліджено абразивну зносостійкість багатокомпонентних покриттів.

У п'ятому розділі побудовані математичні моделі залежностей триботехнічних характеристик багат шарового градієнтного покриття на основі Ti, Hf, Si від конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів, було проведено багатокритеріальну оптимізацію процесу формування зовнішнього підшару верхнього шару градієнтного покриття. Досліджено триботехнічні властивості сталі Р6М5 і стійкість різального інструменту з градієнтним покриттям при точінні сталі ХВГ та механізм його зношування.

Розроблено триботехнологію комплексного підвищення експлуатаційних характеристик сталі Р6М5 при нанесенні іонно-плазмового покриття TiN, яка дозволяє підвищити теплостійкість сталі, тим самим температуру нанесення іонно-плазмових покриттів і сумістити процес нанесення покриттів з операцією відпуску. Встановлено триботехнічні властивості сталі Р6М5 з покриттям TiN нанесеним за запропонованою технологією і досліджено механізм його зношування.

Висновки дисертаційної роботи ґрунтуються на відображенні основних отриманих наукових та практичних результатів процесів дослідження.

У додатках наведено список опублікованих праць, акти випробувань і впровадження, отримані патенти та результати проведеного математичного моделювання градієнтного покриття у комп'ютерній програмі.

Автореферат дисертації відображає основні положення самої роботи.

Зауваження до дисертаційної роботи.

За змістом дисертаційної роботи доцільно зробити наступні зауваження:

1. В розділі 1 слід було б більше уваги приділити порівнянню методів зміцнення, розроблених як вітчизняними, так і закордонними науковцями.

2. З наданих матеріалів не зрозуміло яким чином враховувалася (чи не враховувалась взагалі) динаміка навантаження, зокрема ударне, оскільки таке навантаження має місце при фрезеруванні, свердлуванні, зенкеруванні, нарізанні різі.

3. В роботі задекларовано, що розраховувався коефіцієнт тертя, але не вказано яким чином (розділ 2).

4. В розділі 3, при аналізі результатів дослідження структурного стану поверхонь тертя сталі Р6М5 після азотування з попередньою лазерною обробкою за різними схемами, для зручності порівняльного аналізу, бажано було б навести поверхні тертя після азотування або сталі у вихідному стані.

5. У висновку 1 до розділу 3 та п.1 основних висновків вказано: «Вперше розроблені технологічні процеси зміцнення поверхневих шарів сталі Р6М5 попередньою ДЛО і наступним азотуванням...». В чому полягають і де представлені розроблені технологічні процеси.....?

6. Механізм зношування сталі Р6М5 з багатокомпонентними покриттями розкрито фрагментарно, хоча всі складові для його більш повного висвітлення є (розділ 4).

7. Доцільно було б обґрунтувати дослідження абразивної зносостійкості у середовищі піску та карбїду бору (рис. 5, автореферат).

8. Не вказано за якими критеріями оцінювалася кореляція між абразивною зносостійкістю і зношуванням в умовах тертя ковзання.

9. Бажано було б визначити до якого типу відносяться вторинні структури, що утворюються при зношуванні іонно-плазмового багат шарового градієнтного покриття (БГП).

10. Не зрозуміло які оптимальні співвідношення Ti, Hf, Si для досягнення високої припрацьованості і зносостійкості (БГП) (п.5 висновки, розділ 5).

11. Складається враження, що в дисертації (підрозділ 5.2, стор. 118) під назвою «Розробка технологічного процесу...» розуміється не послідовність операцій з урахуванням режимів обробки, часу, умов та ін., а загальна концепція створення багат шарового градієнтного покриття.

12. У висновках доцільно було б узагальнити рекомендації щодо оптимальних режимів роботи досліджуваних покриттів.

13. У тексті дисертаційної роботи мають місце описки, друкарські помилки (стор. 48, 74, 153 та ін.), не співпадіння назв підрозділів в тексті дисертації з загальним змістом (стор. 100).

Зазначені зауваження не є принциповим та не зменшують позитивної

Дисертаційної роботи.
Офіційний висновок по дисертаційній роботі.
Дисертаційна робота Загребельного Володимира Вікторовича на тему "Технологічне забезпечення підвищеної зносостійкості швидкорізальної сталі АМ5 комбінованими методами поверхневого зміцнення" є закінченим науковим дослідженням у якому отримані нові науково обґрунтовані результати. Автореферат достатньо повно відображає основний зміст дисертації. Напрямок проведеного дослідження відповідає паспорту спеціальності 05.02.04 – тертя та зношування в машинах.
Враховуючи актуальність теми, наукову новизну, практичне значення і отримані результати вважаю, що дисертаційна 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:
доктор технічних наук, професор,
Запорізький національний технічний університет
професор кафедри «Металорізальні верстати та інструмент», директор машинобудівного інституту
Л.Й. Івченко Л.Й. Івченко

Підпис офіційного опонента, доктора технічних наук,
професора Івченка Л.Й.
засвідчую
Вчений секретар вченої ради ЗНТУ
канд. соц. наук, доцент
В.В. Кузьмін В.В. Кузьмін

