

Відгук
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Аксьома Петра Андрійовича

«Поліпшення властивостей відновлювальних деталей засобів транспорту», представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук у Спеціалізовану вчену раду Д 26.059.03 в Національному транспортному університеті за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Дисертацію виконано в Національному транспортному університеті (НТУ) Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Дисертація складається з: анотації українською та англійською мовами; переліку умовних позначень; вступу; чотирьох розділів з висновками наприкінці кожного розділу; загальних висновків; списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел нараховує 141 найменування на 16 сторінках, 6 додатків займають 22 сторінки. Повний обсяг дисертації становить 161 сторінку, у тому числі 50 рисунків та 7 таблиць. Основний текст складає 96 сторінок.

Актуальність теми та її зв'язок з державними науковими програмами. Аустенітні сталі мають ряд специфічних унікальних властивостей, серед яких: корозійно-, жаро- та зносостійкість, немагнітність, висока пластичність. Ці сталі застосовуються при виготовленні таких деталей транспортних засобів: випускні колектори, глушники, карбюраторні голки, клапанні пластиини компресорів, декоративні елементи кузову та салону автомобіля. У той же час аустенітні сталі мають досить низьку оброблюваність різанням. На поліпшення оброблюваності використанням попереднього холодного пластичного деформування (ХПД) вказували цілий ряд дослідників. Проте, їх дослідження не носили системного характеру, стосувались, в основному, напрямку поліпшення оброблюваності пластичних маловуглецевих і низьковуглецевих сталей. Недостатньою мірою відзначалась також роль мастильно-охолоджувальних речовин (МОР) у поєднанні з ХПД.

Тому методи поліпшення оброблюваності аустенітних сталей із застосуванням ХПД та екологічно чистих МОР рослинного походження є актуальними та перспективними. Такі дослідження й були проведені у дисертаційній роботі.

Виконання дисертаційної роботи пов'язано з науковою тематикою кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства НТУ, а також з прикладною держбюджетною роботою М1208 «Плутон» №0116u000020m (2016



– 2017 р. р.) за тематичним планом Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет».

Характеристика змісту роботи та ступінь обґрутованості наукових положень, висновків і рекомендацій

У вступі сформульовано мету і завдання дослідження, визначені об'єкт, предмет та методи дослідження. Зауважень по цій частині роботи немає.

Перший розділ присвячено проблемному аналізу науково-технічної інформації щодо існуючих шляхів обробки аустенітних сталей, способів їх зміцнення та пошуку ключових факторів, які впливають на процес різання. Виявлено суттєва роль таких умов, як твердість та пластичність матеріалу, геометричні параметри різального інструменту та змащувальна дія МОР.

Дані аналізу дозволили виявити невирішені питання в даній предметній області та вказали на існування можливостей істотного підвищення оброблюваності деталей засобів транспорту з аустенітних сталей шляхом поєднання ХПД та застосування екологічно чистих МОР рослинного походження.

Зауваження по розділу 1. У тій частині розділу, що стосується застосування мастильно-охолоджувальних рідин, немає аналізу шкідливої дії МОР на оточуюче середовище, звідки витікає би висновок щодо необхідності застосування саме екологічно чистих рідин.

У другому розділі дисертації описано загальну методику проведення досліджень. При цьому застосувалась низка відомих приладів та устаткування для отримання експериментальних результатів, які було пристосовано до умов проведення дослідів та оригінальні пристрої, розроблені здобувачем.

Для побудови математичної моделі процесу різання аустенітних сталей, інтенсифікованого ХПД та дією мастил на рослинній основі, було обрано метод крутого сходження. За числові характеристики параметрів оптимізації прийняті усадка стружки та повна довжина контакту стружки з передньою поверхнею інструменту, що, як стверджує автор, слугують мірилом оброблюваності. Головними факторами обрано ХПД, МОР (олії рослинного походження) та швидкість різання. На підставі складеної матриці повнофакторного експерименту отримано рівняння математичної моделі.

У процесі проведення досліджень використовували: стаціонарну установку для проведення спектрального аналізу SPECTROMAXx, гідравлічний прес ПММ-200, фрезерний верстат, оптичні та електронні мікроскопи. Для підтвердження структурних змін досліджуваного матеріалу

проведено дослідження густини дислокацій на РЭМ–106И та зміни фазового складу на рентгенівському дифрактометрі Rigaku Ultima IV.

У роботі було розроблено та застосовано нові методи дослідження, серед яких відзначаються: метод поперечного стискання зразків та метод вільного прямокутного різання.

Зauważення по розділу 2. У розділі не зосереджено усі методи дослідження, які рознесено далі по тексту дисертації, наприклад, метод різця, що падає; методи визначення сил та температури різання; метод визначення залишкових напружень І роду тощо.

Відомо, що на оброблюваність матеріалів впливають хімічний склад, теплофізичні властивості (міцність, пластичність, в'язкість, твердість та ін.), режими тертя на контактних поверхнях інструменту (товщина шару, що зрізується, швидкість, температура тертя), та опір зношуванню залежить від властивостей інструментального матеріалу. Оброблюваність для одного й того ж матеріалу буде різною не тільки при різних видах обробки (точіння, свердління і т. ін.), але й при обробці цього матеріалу інструментом, виготовленим з різних інструментальних матеріалів. Як це враховують параметри оптимізації (коєфіцієнт усадки стружки та повна довжина контакту з поверхнею інструменту), що обрані за «мірило оброблюваності»?

Не зрозуміло також, у чому полягає удосконалення відомих методик та пристрій.

У третьому розділі наведені результати теоретичних та експериментальних досліджень.

Для перевірки математичної моделі процесу різання аустенітних сталей на адекватність використовувалися такі рівні факторів: $x_1 = 220 \text{ HV}$; $x_2 = \text{сухе тертя}$; $x_3 = 5 \text{ м/хв}$. Після експериментально визначення параметрів оптимізації і коєфіцієнтів, наведено рівняння математичної моделі для випадку обробки аустенітних сталей.

Досліджено вплив ХПД на зміну парамагнітних властивостей аустенітних сталей. Встановлено, що структурні перетворення парамагнітного стану у феромагнітний стан під дією ХПД сприяють підвищенню оброблюваності аустенітних сталей.

Для покращення процесу обробки аустенітних сталей, у поєднанні з попереднім ХПД, використовувалися МОР рослинного походження. Було проведено експерименти з різними екологічно чистими МОР, серед яких: ріпакова олія, олія льону та соняшникова олія. У порівнянні з класичними МОР – сульфофрезолом та мінеральною оливою И-20, отримано зменшення сил різання на 10 %, усадки стружки та довжини контакту на 15–20 %, це свідчить

про кращі мастильно-охолоджуючі властивості МОР рослинного походження. Визначено, що технологічно та економічно доцільною є ріпакова олія.

У процесі підвищення оброблюваності деталей засобів транспорту із аустенітних сталей, змінювалися три основні параметри процесу різання: твердість, швидкість та мастильно-охолоджуюча рідина.

Вплив ХПД на зміну твердості аустенітних сталей, полягає у наступному. Зміна твердості оброблюваних матеріалів безпосередньо діє на складові сил різання P_z і P_y та на коефіцієнт усадки стружки ξ . Виконуючи частину роботи різання, а саме її пластичну складову, попереднє ХПД знижує величину сил різання P_z і P_y , що у свою чергу знижує величину нормальних q_N та дотичних q_F напружень, а отже, знижує коефіцієнт тертя μ в зоні різання. Попереднє ХПД також призводить до зниження величини переднього кута нарости γ_n та радіусу заокруглення нарости ρ_n , якими виконується різання в умовах нарости.

Обробка після попереднього ХПД матеріалу призводить до зниження коефіцієнту усадки стружки ξ . Сили різання P_z і P_y впливають на повну довжину контакту стружки c з передньою поверхнею різального інструменту. Використання екологічно чистих МОР рослинного походження, а саме, ріпакової олії, дає зниження коефіцієнта тертя μ та коефіцієнта усадки стружки ξ на 30% та 80% відповідно.

Результати дослідження дали можливість розробити схему взаємозв'язку при різанні аустенітних сталей. При цьому було визначено основні складові «чорного» ящика, який описує об'єкт дослідження (розділ 2). Це складові сили і температура різання, коефіцієнт тертя на передній поверхні інструмента та основні характеристики тіла нарости: передній кут та радіус округлення різального клину. У текстах дисертації та автoreферату наводяться відповідні експериментальні залежності.

Зauważення до розділу 3. У розділі немає інформації щодо антизносних та антикорозійних присадок до ріпакової олії, як основи МОР. Дія радіусу округлення різального клину нарости детально не розглянута. Неясно, як його наближення до відповідної величини, отриманої заточуванням, впливатиме на обробку аустенітних сталей. Не знайшло відображення, як впливатиме температура застигання ріпакової олії на всі процеси взимку, адже вона є найвищою з усіх досліджених МОР.

У четвертому розділі наведено результати практичного дослідження процесу оброблюваності аустенітних сталей та рекомендації для виробництва та відновлення деталей засобів транспорту.

Показано, що попереднє холодне пластичне деформування аустенітних сталей та інтенсифікація різання цих сталей за допомогою мастильно-

охолоджувальної рідини на основі ріпакової олії дозволяє підвищити допустимий коефіцієнт заповнення стружкових канавок протяжок до 0,55-0,65.

Попередня ХПД дозволяє отримати сприятливі для наступного процесу різання стискаючі напруження I роду. Величина цих напружень перевищує межу текучості зміцнених аустенітних сталей у 1,5-3 рази. У процесі наступного різання значення напружень зменшуються. Стискаючі залишкові напруження особливо важливі також і для формування поверхневих захисних шарів (покриттів) при виготовленні та ремонті деталей із аустенітних сталей.

При нанесенні покриттів на зношенні деталі засобів транспорту методами інженерії поверхні, які дозволяють отримувати поверхневі шари товщиною понад 0,5-1 мм, залишається актуальним питання залишкових напружень у поверхневих шарах. Розроблено оригінальний метод отримання порошків для напилення фракцій 10...200 мкм із аустенітних сталей, який полягає у грубому шліфуванні заготовок із таких сталей. Шлак сепарують у магнітних сепараторах і класифікують за фракціями. При шліфуванні відбувається аустенітно-мартенситне перетворення, в результаті якого матеріал набуває магнітних властивостей, придатних для розділу металевих і неметалевих часток шлаку.

Розроблено і запропоновано для виробництва технологію виготовлення та відновлення деталей засобів транспорту за наступною послідовністю основних операцій: холодне пластичне деформування – обробка різанням – повернення початкових властивостей деталей середнім відпусканням у захисному середовищі на основі аргону. Технологія рекомендується для деталей газорозподільчого механізму, ходової частини, зокрема гусеничної, систем вихлопу відпрацьованих газів тощо. Результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальних дисциплінах Національного транспортного університету. Результати дисертаційного дослідження випробувано на двох машинобудівних підприємствах Харкова та Мукачева і рекомендовано для впровадження на цих підприємствах.

Зауваження по розділу 4. Не обґрунтовано застосування методу отримання залишкових напружень вирізанням та розрізанням матеріалу з наступним травленням порівняно з більш простими методами отримання залишкових напружень (рентгенівським та ін.). Не пояснюється вибір інтервалу температур середньотемпературного відпускання для повернення початкових експлуатаційних властивостей аустенітних сталей. Також розділ не містить конкретних цифр очікуваного економічного ефекту від впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Результати досліджень викладені у загальних висновках, відповідають меті і завданням дисертаційного дослідження. Зауважень до загальних висновків немає.

Зауваження по роботі не принижують цінність основних наукових результатів і не є принциповими по відношенню до головних висновків. Зауваження скоріше підкреслюють потенційну силу роботи та нові напрямки і можливості її подальшого розвитку.

Достовірність і новизна висновків і рекомендацій

Вперше розроблена математична модель дії холодного пластичного деформування, режимів механічної обробки і екологічно чистих мастильно-охолоджувальних речовин рослинного походження на показники оброблюваності аустенітних сталей. Визначена роль збільшення густини дислокацій і фазових структурних перетворень, ініційованих попереднім холодним пластичним деформуванням аустенітних сталей, на оброблюваність таких сталей. Встановлено, що поєднання попереднього пластичного деформування аустенітних сталей із застосуванням екологічно чистих МОР рослинного походження дозволяє отримати позитивний ефект поліпшення оброблюваності таких сталей. Досліджено механіку обробки поліпшених аустенітних сталей на низьких і середніх швидкостях різання: сили, температуру, контактні явища, наростоутворення, додаткове зміцнення, стружкоутворення, залишкові напруження. Достовірність отриманих даних підтверджується коректним використанням сучасних методів теоретичних досліджень, забезпечується коректністю виконаних експериментів та розрахунків та підтверджується малими значеннями розбіжностей між результатами теоретичних та експериментальних досліджень.

Практичне значення одержаних результатів

Розроблено оригінальний метод отримання достатньої кількості зміцненого матеріалу – метод поперечного стиску ХПД. Проведено ранжування екологічно чистих рослинних МОР і порівняння їх ефективності з МОР на мінеральній основі при обробці аустенітних сталей, в результаті чого встановлено, що оптимальною МОР при низьких і середніх швидкостях різання швидкорізальним інструментом є ріпакова олія. Розроблено типовий процес обробки деталей із аустенітних сталей, який полягає у попередньому зміцненні матеріалу ХПД, операціях різання із застосуванням МОР на ріпаковій основі і повернення початкових властивостей деталей середнім відпусканням. Рекомендовано застосувати результати дослідження при виготовленні і відновленні наступних деталей засобів транспорту: випускні клапани двигунів, випускні колектори, системи виведення відпрацьованих газів, голок карбюраторів, декоративних та оздоблювальних елементів. Результати дисертаційного дослідження перевірені на ТДВ «Мукачівський машино-

будівний завод» (м. Мукачево) і ДП «Завод ім. В.О. Малишева» (м. Харків), а також використані у навчальних дисциплінах «Технологія конструкційних матеріалів» та «Основи інженерії поверхні деталей машин та конструкцій», що викладаються студентам Національного транспортного університету.

Повнота викладення основних результатів дисертаций у наукових фахових виданнях. Основний зміст дисертаций опубліковано у 24 наукових працях, у тому числі: 6 статей у наукових фахових виданнях, з них 1 стаття у виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз «SCOPUS» та 1 стаття у закордонному періодичному виданні; 15 матеріалів міжнародних науково-технічних конференцій; 1 патент України на корисну модель.

Тексти дисертаций та автореферату написані технічно грамотною мовою, основні положення тексту ідентичні і відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Загальні висновки щодо дисертаций. На підставі вищевикладеного, вважаю, що дисертаційна робота Аксьома П.А. «Поліпшення властивостей відновлювальних деталей засобів транспорту», яка виконана у вигляді рукопису, є закінченою науковою працею, повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 щодо кандидатських дисертаций, а її автор Аксьом Петро Андрійович заслуговує присудження ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
доцент кафедри технології
конструкційних матеріалів
Таврійського державного агротехнологічного
університету імені Дмитра Моторного,
м. Мелітополь, Запорізької обл.,
кандидат технічних наук, доцент

О.В. Сушко

Підпис к.т.н., доцента Сушко О.В. засвідчує
Нач. відділу кадрів ТДАТУ



Г.В. Терещенко