

Відгук
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Аксьома Петра Андрійовича

«Поліпшення властивостей відновлювальних деталей засобів транспорту», яку представлено 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 із: анатації 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 сторінок, 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 пластини компресорів, декоративні елементи кузову та салону автомобіля. У той же час аустенітні сталі мають вкрай низьку оброблюваність різанням. Поліпшення оброблюваності використанням попереднього холодного пластичного деформування (ХПД) відзначалось рядом дослідників. Проте, дослідження цих фахівців не мали системного характеру. Не розглядалась роль мастильно-охолоджувальних речовин (МОР) у поєднанні з холодною пластичною деформацією.

Тому перспективними методами поліпшення оброблюваності аустенітних сталей є: ХПД та екологічно чисті МОР рослинного походження, що робить це дослідження актуальним.

Виконання дисертаційної роботи пов'язано з науковою тематикою кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства НТУ в рамках НДР: «Забезпечення роботоздатності триботехнічних систем автотранспортних засобів в умовах експлуатації» та «Поліпшення триботехнічних властивостей пар тертя вузлів і механізмів транспортних засобів», а також з прикладною держбюджетною роботою М1208 «Плутон» №0116u000020m (2016–2017 pp).

Наукова новизна роботи полягає у наступному.

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, ініціюваних попереднім холодним пластичним деформуванням аустенітних сталей, на оброблюваність останніх. 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 змінення, стружкоутворення, залишкові напруження.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено оригінальний метод отримання достатньої кількості зміщеного 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 зміщенні 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 машинобудівний 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.

Загальна характеристика роботи.

У вступі розкривається зміст і стан вирішення наукової проблеми, її значимість для науки і промисловості, визначена мета і задача дослідження, сформульована наукова новизна і показана практична цінність отриманих наукових результатів та наведені дані про публікації та апробацію роботи.

У першому розділі викладено аналіз літературних джерел стосовно підвищення оброблюваності пластичних сталей. У результаті установлено, що основними шляхами вирішення цієї проблеми є управління такими факторами процесу, як механічні властивості матеріалу, зокрема твердість і пластичність, геометричні параметри інструменту, у першу чергу, передній кут, і змащувальна дія МОР.

Дані аналізу дозволили встановити невирішені питання в даній предметній області й указали на існування можливостей значного підвищення оброблюваності деталей засобів транспорту із аустенітних сталей шляхом поєднання ХПД та екологічно чистих МОР рослинного походження.

Сформульована мета і завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі описано методику та методи проведення досліджень. Для побудови математичної моделі процесу різання аустенітних сталей, інтенсифікованого ХПД та дію мастил на рослинній основі, було обрано метод крутого сходження.

Числовими характеристиками у параметрів оптимізації служили усадка стружки ζ та повна довжина контакту стружки s з передньою поверхнею інструменту. Ці характеристики служать мірилом оброблюваності. Головними факторами обрано ХПД, МОР на основі олій рослинного походження та швидкість різання.

Виходячи з матриці повного факторного експерименту типу 2^3 з нелінійною залежністю між факторами, отримано рівняння математичної моделі:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 .$$

Для експериментального дослідження використано ряд стандартних установок та обладнання, серед яких гіdraulічні преси, фрезерні та стругальні верстати, установка для проведення спектрального аналізу SPECTROMAXx і зміни фазового складу матеріалу Rigaku Ultima IV, оптичні та електронні мікроскопи для металографії та вивчення густини дислокацій, динамометр УДМ-600, методи «падаючого» різця та штучної термопари. У всіх випадках здобувач удосконалював пристрой для досліджень.

Оригінальними є методи поперечного холодного стискання зразків та спрошення отримання характеристик процесу різання вільним ортогональним різанням.

У третьому розділі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень.

Для перевірки математичної моделі процесу різання аустенітних сталей на адекватність використовувалися наступні рівні факторів: $x_1 = 220 \text{ HV}$; $x_2 = \text{сухе тертя}$; $x_3 = 5 \text{ м/хв}$.

Значення параметрів оптимізації, отриманих експериментальним шляхом: $y_1 = 4,18$; $y_2 = 4,41$; $y_3 = 4,27$; $y_4 = 4,22$; $y_5 = 4,47$; $y_6 = 4,28$; $y_7 = 4,33$; $y_8 = 4,35$.

Досліджено вплив ХПД на зміну парамагнітних властивостей аустенітних сталей. Установлено, що структурні перетворення парамагнітного стану у феромагнітний стан під дією ХПД сприяє підвищенню оброблюваності аустенітних сталей. Досліджувались коерцитивна сила та магнітна індукція сталей. Проведено експерименти з різними екологічно чистими МОР, серед яких: ріпакова олія, олія льону та соняшникова олія. У порівнянні з класичними МОР – сульфофрезолом та мінеральним маслом І-20, отримано зменшення сил різання на 10%, усадки стружки та довжини контакту на 15–20%. Визначено, що економічно доцільною є ріпакова олія.

Вивчено дію попереднього ХПД, екологічно чистої МОР і швидкості різання на явища при різанні аустенітних сталей. Експерименти було проведено при обробці незмінених, попередньо змінених аустенітних сталей 2Х15Г9НД (AISI 201), 08Х18Н10 (AISI 304) та 110Г13Л (A128) при швидкостях різання 5–50 м/хв в умовах МОР на основі ріпакової олії. Процес різання був вільним ортогональним. Температура різання була нижчою при різанні сталей, попередньо змінених холодною деформацією, на 30–50 °C. Обробка ХПД викликає зниження складових P_z і P_y сил різання у середньому на 25–30%, повної довжини контакту на 15–20% і коефіцієнта усадки стружки на 25–35%.

Сумісна дія ХПД та екологічно чистої МОР на основі ріпакової олії призводить до зниження інтенсивності наростоутворення.

В результаті теоретико-експериментальних досліджень побудовано схему взаємозв'язку явищ при різанні аустенітних сталей, які змінено ХПД і у середовищі МОР на основі ріпакової олії.

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

Установлено, що попереднє холодне пластичне деформування аустенітних сталей та інтенсифікація різання цих сталей мастильно-охолоджувальною рідиною на основі ріпакової олії дозволяє підвищити допустимий коефіцієнт заповнення стружкових канавок протяжок до 0,55–0,65.

Попереднє ХПД дозволяє отримати сприятливі для наступного процесу різання стискаючі напруження. Величина цих напружень перевищує межу

текучості змінених аустенітних сталей у 1,5–3 рази. У процесі наступного різання значення цих напружень зменшуються. Стискуючі залишкові напруження особливо важливі також і для формування поверхневих захисних шарів (покріттів) при виготовленні та ремонті деталей із аустенітних сталей.

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. 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, спеціальність «Прикладна механіка». Їх рекомендовано для двох машинобудівних підприємств, де попередньо ці результати було випробувано.

Загальні висновки відповідають меті і завданням дисертаційного дослідження.

Зміст автoreферату відповідає змісту дисертації.

Повнота викладення основних результатів дисертації.

Результати досліджень, виконаних при підготовці дисертації, вичерпно опубліковані в наукових працях здобувача.

Основний зміст дисертаційного дослідження відображене у 24 публікаціях, серед яких: одна стаття у науково–метричній базі «SCOPUS», 6 статей у наукових фахових виданнях України, одна стаття у закордонному виданні, 1 патент України на корисну модель, 15 – у матеріалах конференцій.

Таким чином, вимоги щодо повноти публікацій виконано. Текст автoreферату відповідає тексту дисертації, яка виконана відповідно до паспорту спеціальності 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Зауваження:

- автором вірно відзначено, що холодне пластичне деформування призводить до структурних перетворень типу «аустеніт–мартенсит» у оброблюваних матеріалах; у той же час в роботі не досліджувались такі перетворення при виникненні наростоутворення, зокрема не вивчалась мікроструктура тіла наросту;
- запропонований здобувачем новий метод отримання досліджуваного матеріалу поперечним стисканням є придатним для лабораторних досліджень, а не для виробничого використання, де ефективними, як відомо, є технології статичного і динамічного холодного змінення;

- у роботі недостатньо пропрацьовано використання МОР на рослинній основі; зокрема, немає рекомендацій щодо рекуперації таких мастил;
- у дещо перевантаженому переліку робіт вітчизняних та зарубіжних вчених зустрічаються публікації, які не мають відношення до теми дисертації;
- у четвертому розділі дисертації міститься інформація щодо позитивного впливу ХПД і МОР на основі рапсової олії на коефіцієнт заповнення стружкових канавок; проте, з тексту неясно, яких інструментів це стосується: протяжок, свердел чи іншого осьового інструменту;
- з текстів дисертації та автореферату неясно, як себе поводитимуть залишкові напруження I роду при зміні операцій технологічного ланцюжка.

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.

Загальні висновки щодо дисертації. На підставі вищевикладеного, вважаю, що дисертаційна робота Аксьома П.А. «Поліпшення властивостей відновлювальних деталей засобів транспорту», яка виконана у вигляді рукопису, 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 дисертацій, а її автор Аксьом Петро Андрійович заслуговує присудження ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
професор кафедри технологічних
систем ремонтного виробництва
Харківського національного технічного
університету сільського господарства
імені Петра Василенка,
доктор технічних наук, професор

С.О. Лузан

Підпис д.т.н., професора Лузана С.О.

