

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Бакальця Дмитра Віталійовича**  
«Удосконалення ремонту рамних конструкцій засобів транспорту»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Збільшення термінів експлуатації транспортних засобів шляхом ремонту та підсилення їх рамних конструкцій залишається однією з актуальних задач, які потребують значної уваги, особливо в умовах ведення військових дій, коли техніка окрім втомних руйнувань, досить часто виходить з ладу від екстремальних впливів.

Для вирішення проблеми збільшення термінів експлуатації транспортних засобів автором розроблена методика визначення найбільш слабких, вразливих ділянок рам, та обрання раціональних форм елементів підсилення, а також обґрунтовано технологію, режими та порядок проведення ремонтних робіт, що дозволило зменшити негативний вплив процесів зварювання на матеріали рами і підвищити якість виконання ремонтних робіт. Особливої уваги заслуговує розроблений автором спосіб ремонту рам шляхом поєднання процесів зварювання та високотемпературного паяння твердими припоями за рахунок тепла процесу зварювання, який окрім підвищення характеристик міцності такого з'єднання покращує корозійний захист зони термічного впливу.

Практичну важливість даного напрямку досліджень підкреслює і те, що основні етапи роботи виконувались відповідно до держбюджетних тем: «Наукові засади та реалізація явища контактного плавлення в інженерії поверхні та синтезі нових матеріалів» (номер державної реєстрації 0107U002090), «Матеріалознавчі аспекти відновлення та підсилення несучих металоконструкцій шляхом приварювання додаткових елементів із спеціальним профілем та властивостями» (номер державної реєстрації 0113U003136), де автор був виконавцем, а також госпдоговору між Вінницьким національним технічним університетом та ПАТ «Гніваньський завод СЗБ» «Модернізація корпусу кінцевого захвата (обойми) під клин шириною 90 мм та його випробування» (номер державної реєстрації 0114U004604).

З огляду на вищевказане, тематика дисертаційного дослідження, яка присвячена питанням збільшення терміну експлуатації рамних конструкцій засобів транспорту шляхом удосконалення технологічних процесів ремонту, є **актуальною**.

### **Загальна характеристика роботи**

Представлена дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота викладена на 176 сторінках, містить 88 рисунків і 8 таблиць. Основна частина дисертації викладена на 135 сторінках.

Метою дисертаційної роботи Д. В. Бакальця є збільшення терміну експлуатації рамних конструкцій засобів транспорту шляхом удосконалення технологічних процесів ремонту.



Для досягнення даної мети автором визначені завдання роботи, вирішуючи які досліджено: умови експлуатації вантажних транспортних засобів, на основі яких визначено ділянки рам транспортних засобів з високою ймовірністю виникнення пошкоджень; раціональні параметри накладок для ремонту та підсилення лонжеронів рам; склад та режими основних операцій, технологію їх встановлення; можливість підвищення якості ремонту рам шляхом поєднання процесів зварювання та високотемпературного паяння. На основі результатів досліджень автор розробив практичні рекомендації та впровадив їх у виробництво.

Під час виконання дослідження використано сучасні методи досліджень, зокрема, основні закономірності втомного руйнування, моделювання теплових процесів, напружень та деформацій в матеріалах із застосуванням скінчено-елементного аналізу, математичні методи планування експериментів, статистичної обробки даних та багатокритеріальної оптимізації, методи структурного аналізу зварних та паяних з'єднань.

**У вступі** автор обґрунтував актуальність тематики дослідження, визначив мету та основні задачі досліджень, сформулював наукову новизну і практичну цінність одержаних результатів.

**У першому розділі** наведено результати аналізу сучасного стану наукової проблеми. Розглянуто дослідження щодо використання різних підходів до ремонту дефектів рам та їх підсилення. На теперішній час основним методом ремонту рам засобів транспорту є встановлення плоских накладок з використанням зварювання. Разом з тим, використання зварювання, викликає пошкодження основного металу лонжеронів рами за рахунок потужних теплових полів, що нерідко призводить до передчасного повторного руйнування конструкцій. Тому проблеми забезпечення міцності та довговічності відремонтованих або зміцнених рамних конструкцій і потребують додаткових наукових досліджень.

На основі аналізу зроблено висновок, що для збільшення терміну експлуатації рамних конструкцій засобів транспорту перспективним є наукове обґрунтування геометричних параметрів накладок для зміцнення та технологічних операцій їх встановлення. Окрім того, перспективним для розвитку цього напрямку ремонту є пошук можливостей мінімізації негативного впливу процесів зварювання на основний матеріал рами.

**Другий розділ** роботи присвячений методикам проведення досліджень. В роботі використано сучасну апаратуру та обладнання, камери, пірометр DT-8867H, електронний мікроскоп РЕММА-106И, ультразвуковий дефектоскоп УД-12А. Для експериментального вимірювання показників деформації в процесі зварювання розроблено комплекс відеоспостереження та цифрової обробки даних, який дозволив ідентифікувати моделі скінчено-елементного моделювання, що використані для визначення температури, напружень та деформацій у металі рами під час ремонту. Описано методику та обладнання, яке використовувалося для ряду випробувань елементів рамних конструкцій.

**В третьому розділі** запропоновано систематизацію пошкоджень рам, що виникають у процесі експлуатації засобів транспорту, запропоновано порядок виконання ремонтних операцій. Особливістю запропонованої технології є по-

передня локалізації ділянок з високою ймовірністю пошкодження, яка виконується за допомогою комп'ютерного моделювання, що включає побудову моделі рами з фактичними навантаженнями, розрахунок її напружено-деформованого стану, визначення розмірів та форми накладок з урахуванням конфігурації полів напружень у матеріалі рами.

**Четвертий розділ** присвячений дослідженню шляхів зменшення залишкових напружень в матеріалі рами після приварювання елементів підсилення. Один із наведених способів вирішення задачі зменшення температурних перепадів, які формують локальні теплові напруження, є використання накладок з плавними переходами. Такий підхід дозволяє забезпечити більш рівномірне розподілення напружень та деформації по об'єму конструкції рами, зменшуючи концентрацію напружень. Окрім того, наведено методику розрахунків для реалізації технології попереднього та супутнього підігріву за рахунок тепла зварювання, яка реалізується накладанням коротких швів по контуру накладок в певній послідовності і проміжку часу. Для визначення оптимальних параметрів режиму зварювання розроблено математичну модель, яка описує вплив швидкості зварювання  $v_{зв.}$ , напруги дуги  $U$  та кута нахилу електроду  $\alpha$  на температуру та деформації  $(t, \Delta)$  матеріалу рами. Одним із впливових факторів на якість проведення ремонту є техніка виконання зварювання, а саме дотримання визначеного положення електрода відносно деталі. Цим можна знизити тепловий потік у матеріал лонжерона рами, частково перенаправивши його у накладку.

У **п'ятому розділі** роботи наведено результати дослідження поєднання процесів зварювання та паяння для ремонту рам. Ці два процеси одночасно реалізуються за рахунок тепла від дуги. Використання твердих припоїв із мідних сплавів забезпечує додатковий антикорозійний захист. Ефективність отриманих розробок на ремонтних виробництвах підтверджується результатами проведених випробувань та впровадженнями у виробництво.

### **Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна.**

Обґрунтованість представлених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і рекомендацій полягає перш за все у комплексному підході до вирішення поставлених наукових задач, який включає використання експериментальних даних, як найбільш достовірних, при використанні розрахункових методів і моделей. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи ґрунтуються на всебічному аналізі отриманих результатів та співставленні їх з результатами теоретичних та експериментальних досліджень інших авторів. Враховуючи вищевказане, обґрунтованість, викладених в роботі положень, не викликає сумніву.

**До найвагоміших наукових результатів, отриманих в роботі, слід віднести:**

Установлено вплив форми підсилюючих елементів на міцність конструкції та якість ремонту і запропонована методика визначення параметрів цих елементів.

Розроблено методику мінімізації напружень та деформацій при ремонтному зварюванні із застосуванням підсилюючих накладок.

Установлено доцільність використання зварено-паяних з'єднань при одночасному паянні зі зварюванням з використанням тепла дуги. Розроблено методику визначення параметрів цього процесу.

Дисертаційні розробки доведені до впровадження у виробництво з річним економічним ефектом на одну конструкцію 1800 грн. (у цінах 2012 року).

### **Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.**

Матеріали дисертації викладені в 17 публікаціях. Серед них: 6 статей у фахових виданнях України, в т.ч. 2 статті у виданнях, що включені до міжнародної наукометричної бази РИНЦ; одна стаття у закордонному періодичному виданні; матеріали 2-х міжнародних науково-технічних конференцій; матеріали 7 науково-технічних конференцій; патент на корисну модель.

Зміст автореферату повністю відображає зміст і результати дисертаційної роботи.

### **Зауваження до дисертації:**

1. На залишковий ресурс рами значно впливають процеси старіння металу, але у методиці його розрахунку в дисертації приділено мало уваги.

2. Загально відомо, що в умовах високих температур міжкристалітне проникнення міді у сталь грає негативну роль, а у дисертації навпаки – це явище розглядається як позитивне з позицій зварено-паяного з'єднання. Це потребує додаткових пояснень.

3. Робота переобтяжена надмірною деталізацією методик експериментальних досліджень, а деякі з них, наприклад, пункт 2.4.3 «Методика визначення напружень в рамних конструкціях» можна скоротити і перенести в розділ 1.

4. Загальні висновки 2 та 10 носять декларативний характер, хоча у тексті відповідних розділів є конкретні результати досліджень, які можна було б навести у цих висновках

5. На рисунку 1.6 відсутня розшифровка позицій 1 – 3.

### **Загальний висновок.**

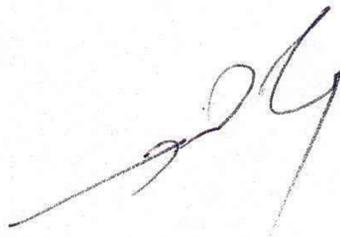
Дисертація Бакальця Д.В. є завершеною науковою працею і вирішує конкретне наукове завдання.

Опубліковані наукові праці за період 2009 – 2014 рр. та автореферат повністю відповідають змісту дисертації. Матеріали дисертації слід використовувати в учбових вузівських курсах при підготовці фахівців відповідної галузі. Робота виконана на прикладі ремонту рамних конструкцій засобів транспорту.

Проте її висновки і рекомендації відносяться також до інших галузей техніки, тому робота має загальномашинобудівне значення.

За обсягом виконаних досліджень, актуальності і науковій новизні, по достовірності та практичній цінності, по завершеності результатів і впровадженні результатів, а також по оформленню та опублікуванню результатів дисертація відповідає всім вимогам «Порядку присудження наукових степенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор **Бакалець Дмитро Віталійович** заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,  
Заслужений діяч науки і техніки України,  
професор кафедри виробництва,  
ремонту та матеріалознавства  
Національного транспортного університету  
доктор технічних наук, професор



Е.К. Посвятенко

Підпис д.т.н., професора Посвятенка Е.К. засвідчую:  
Вчений секретар Національного  
транспортного університету  
кандидат технічних наук, професор



О.І. Мельниченко