

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Подосьонова Дмитра Олександровича

«Підвищення надійності п'ятникових вузлів вантажних вагонів шляхом удосконалення технології їх відновлення», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 - рухомий склад залізниць

1. Загальний аналіз дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг тексту дисертації складає 176 сторінок, обсяг основного тексту складає 170 сторінок. Робота ілюстрована 65 рисунками та 7 таблицями. Список використаних джерел включає 123 найменувань на 10 сторінках, 2 додатка викладено на 6 сторінках.

Дисертація та автореферат дисертації написані українською мовою. Обсяг автореферату складає 27 сторінок.

Дисертація виконана в Дніпровському інституті інфраструктури і транспорту Українського державного університету науки і технологій на кафедрі "Вагони та вагонне господарство".

Основні результати дисертаційних досліджень опубліковані в 12 наукових працях, з яких: 3 наукові статі надруковано у фахових виданнях, 2 - у закордонних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних, 5 публікацій апробаційного характеру і тез доповідей у матеріалах міжнародних наукових конференцій.

Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок викладення та оформлення матеріалу у дисертації та авторефераті дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами, внесе-

ними згідно з Постановами КМ № 656 від 19.08.2015 р., №1159 від 30.12.2015р., №567 від 27.07.2016 р.), та наказу МОН України «Вимоги до оформлення дисертацій» від 12.01.2017 р. №40.

2. Актуальність теми дослідження

Залізничний транспорт займає значну частку світового ринку послуг у сфері організації та безпеки транспортних процесів. Тому найбільшим викликом для залізничної галузі є підвищення безпеки руху поїздів. У цьому контексті вирішальну роль відіграють такі показники, як надійність і частота відмов рухомого складу, ліній електропостачання, ліній зв'язку та сигнальної техніки, а також стан і профіль колій.

Безпека руху поїздів та техніко-економічні показники транспортних операцій ПАТ «Укрзалізниця» тісно пов'язані з технічним станом вузлів та деталей вантажних вагонів.

Одним з найважливіших компонентів, що визначають надійність вантажних вагонів, є контактна пара «п'ятник - підп'ятник», технічний стан якого визначає міжремонтний інтервал. Під час експлуатації вантажних вагонів відбувається нерівномірний знос в п'ятниковому вузлі, що корелює з частотою проходження транспортного засобу по ділянках колії з малим радіусом. Для забезпечення та продовження встановленого інтервалу ремонту вантажних вагонів необхідно застосовувати технічні дії, що поліпшують фізичні, механічні та трибологічні властивості сполучних поверхонь п'ятника та підп'ятника. Рішення цієї проблеми має базуватися на застосуванні більш ефективних сучасних методів для забезпечення необхідної зносостійкості та міцності ремонтних компонентів візків під час технічного обслуговування. Мета полягає в забезпеченні необхідної зносостійкості та міцності при ремонті компонентів візків вантажних вагонів за допомогою більш ефективних методів.

Значимість теми даної роботи полягає в тому, що дослідження проводиться відповідно до пріоритетних напрямків розвитку залізничної

галузі, визначених у Стратегії розвитку транспортної галузі України до 2030 року (Постанова Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2024 року № 1550), а також у її актуальності для наступної теми дослідження, що реалізується Національним університетом науки і технологій України: Автор був співавтором звітів: «Тематичне дослідження технології вантажних вагонів на випробувальному полігоні між Роковата – Ужгород - Кошице» (ДР № 0106U002252) «Розробка інноваційних конструкцій вантажних вагонів з урахуванням зниження енергоспоживання за рахунок використання нових технологій зварювання» (ДР № 0114U0025).

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.

Висновки та рекомендації щодо кожного розділу, а також висновок обґрунтовані та підтверджені загальним змістом дисертації та методами дослідження, використані автором.

Так застосування математичної моделі для визначення вихідної геометрії поверхні підп'ятника на відповідному життєвому циклі візка вантажного вагона з урахуванням напружено-деформованого стану робочої поверхні дозволило встановити межі розподілу відновлюваного матеріалу по діаметру підп'ятника, та розглянути втомний процес зношування під час взаємодії.

Результати моделювання зносу п'ятникового вузла відповідають результатам експериментальних досліджень.

Висновки та рекомендації, сформульовані автором, є логічно-витікаючими зі змісту дисертації та не викликають сумніву у правильності. Отже, наукові положення, висновки і результати, сформульовані в дисертаційній роботі, є обґрунтованими та достовірними.

4. Достовірність та новизна наукових положень

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертації обумовлена тим, що розроблені рішення, обґрунтовані

теоретичними розрахунками, підтверджені експериментальними дослідженнями. Основні висновки і рекомендації одержали схвалення на численних міжнародних наукових конференціях. Повністю дисертаційна робота доповідалась та була схвалена на міжкафедральному науковому семінарі у Дніпровському інституті інфраструктури і транспорту Українського державного університету науки і технологій за участю членів спеціалізованої вченої ради .

Наукова новизна результатів, які отримані в дисертації, полягає в наступному:

- вперше розроблено математичну модель для кількісної оцінки зносу циліндричної поверхні підп'ятника, яка з урахуванням фізико-механічних і триботехнічних властивостей матеріалів п'ятникового вузла, а також дії сумарних сил у поперечному та поздовжньому напрямках, дозволяє прогнозувати величину зносу залежно від експлуатаційних умов;
- вперше розроблено аналітичні залежності для визначення зазору в сполученні «п'ятник – підп'ятник», які враховують зміну геометричного положення контактних поверхонь унаслідок зносу елементів п'ятникового вузла під час експлуатації вантажного вагона. Запропоновані вирази дозволяють оцінювати зазор з урахуванням як початкових конструктивних параметрів, так і накопичених змін форми поверхонь у процесі роботи;
- удосконалено математичну модель зношування підп'ятника надресорної балки візка вантажного вагона, яка, на відміну від існуючих, враховує опорний стан підп'ятника та дозволяє визначати зміну його геометрії на різних етапах експлуатації при заданих початкових умовах;
- набув подальшого розвитку метод контактного наварювання зносостійких композиційних стрічок, що, на відміну від існуючих методів наплавлення та встановлення зносостійких елементів, передбачає наварювання на поверхню зносу підп'ятника композиційних стрічок різної товщини з дискретними зносостійкими властивостями. Також запропоновано

залежність для визначення концентрації наповнювача композиційної стрічки з урахуванням властивостей матеріалів, що взаємодіють у п'ятниковому вузлу вантажного вагона.

5. Практичне значення отриманих результатів

Наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, а також запропоновані вирази, розроблені моделі та підходи можуть бути використані для розв'язання завдання з підвищення міжремонтного ресурсу вантажних вагонів та безпеки руху поїздів на залізницях України та інших держав на різних етапах експлуатації.

Отримані результати дисертаційної роботи використовуються:

- у ремонтних вагонних депо «Батуринська» та «Нижньодніпровськ-Вузол», для яких надані рекомендації щодо технології відновлення сполучених поверхонь п'ятникового вузла контактним наварюванням зносостійких композиційних стрічок;
- у навчальному процесі в ході підготовки спеціалістів та магістрів зі спеціальності 273 «Вагони та вагонне господарство» та під час дипломного проектування.

6. Особистий внесок здобувача

Усі наукові положення, розробки та результати теоретичних та експериментальних досліджень, що виносяться на захист, отримані автором самостійно.

У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора такий.. У працях [2,3] виконано аналіз зносів підп'ятників та запропоновано модель геометрії зносу підп'ятника, відповідно до якої з математичної позиції в разі зміни форми перерізу підп'ятника рекомендовано враховувати напружено-деформований стан робочої поверхні. У роботі [9] – отримано результати експлуатаційних досліджень стану зносу п'ятникових вузлів вантажних вагонів; [11] – проаналізовано несправності вузлів вантажних вагонів; [1,7] – запропоновано метод контактного наварювання зносостійких

композиційних стрічок для відновлення поверхонь п'ятникового вузла вантажного вагона; [4,5] – обґрунтовано застосування контактного зварювання при використанні композиційної стрічки із змінними трибомеханічними властивостями, [6,10] – запропоновано технічні рішення до удосконалення п'ятникового вузла вантажного вагона.

7. Оцінка змісту дисертації.

Тексти дисертаційної роботи та автореферату викладено чітко, послідовно, логічно. У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження міститься загальна характеристика роботи, визначено об'єкт та предмет дослідження, вказані її наукова новизна та практична значимість, розглянуто зв'язок з науковими програмами, сформульовані мета та задачі роботи, наведені відомості щодо публікації основних результатів та апробацій їх на наукових конференціях та семінарах.

У **першому** розділі виконано аналіз несправностей вантажних вагонів, що призвели до транспортних подій. Визначено необхідність у підвищенні міжремонтного ресурсу п'ятникового вузла вантажних вагонів. Розглянуто технологічні методи ремонту та підвищення зносостійкості п'ятникових вузлів. У результаті застосування техніко-економічного критерію встановлено, що найпривабливішими технологічними методами є лазерне та плазмове наплавлення. Незважаючи на високу вартість цих методів, вони забезпечують найвище значення міжремонтного ресурсу п'ятникових вузлів. Для ремонту п'ятникових вузлів у нашому дослідженні запропоновано застосування досить простого методу контактної наварювання. Він не потребує додаткового спеціального обладнання, тобто можуть бути використані промислові трансформатори й інші засоби вагоноремонтних підприємств.

У **другому** розділі виконано дослідження експлуатаційного зносу п'ятників і підп'ятників надресорних балок візків вантажних вагонів. Встановлено, що відчеплення в передчасний ремонт за граничним зносом

підп'ятника відбувається за прогнозного значення пробігу вантажного вагона 174 тис. км, а за зносом п'ятника прогнозний міжремонтний ресурс становить 320 тис. км. Тобто ресурсовизначальним елементом вантажного вагона є підп'ятник, який має недостатній міжремонтний ресурс, і для досягнення величини міжремонтного пробігу 300 тис. км необхідно підвищувати його зносостійкість. У результаті дослідження було побудовано епюри зносу підп'ятників надресорних балок візків дослідної групи вантажних вагонів, для яких характерний нерівномірний розподіл за діаметром, що, зі свого боку, призводить до скорочення міжремонтного ресурсу й постановки вагона на передчасний ремонт. Знос п'ятників вантажних вагонів мав характер рівномірного розподілу за діаметром. На основі побудованих епюр зносу підп'ятників запропоновано розподіляти твердість матеріалу за діаметром для забезпечення рівномірного зносу в експлуатації. Це також дасть змогу збільшити міжремонтний ресурс вантажних вагонів. Для цього рекомендовано застосовувати спосіб контактного наварювання попередньо сформованих композиційних стрічок з дискретною твердістю за довжиною (та/або шириною). Запропоновані заходи нададуть можливість збільшити міжремонтний пробіг і зменшити фінансові витрати, необхідні на утримання та ремонт вантажних вагонів.

У **третьому** розділі наведено результати теоретичних досліджень міжремонтного ресурсу візків вантажних вагонів, у яких ресурсовизначальним елементом є п'ятниковий вузол. Для встановлення меж розподілу відновлюваного матеріалу по діаметру підп'ятника було розглянуто втомний процес зносу під час взаємодії з п'ятником і описано геометрію поверхні зносу підп'ятника. Крім того, було запропоновано математичну модель для визначення вихідної геометрії поверхні підп'ятника на відповідному життєвому циклі візка вантажного вагона. Розглянуто взаємодію циліндричних поверхонь пари тертя «п'ятник – підп'ятник» вантажного вагона й вперше отримано залежність величини зносу

підп'ятника від пробігу, що враховує силове навантаження, фізико-механічні та триботехнічні властивості матеріалів сполучених поверхонь. На основі отриманої залежності на прикладі піввагона моделі 12-7023 встановлено, що середня величина зносу його підп'ятника досягає 2 мм на пробігу 80 тис. км. Під час розгляду взаємодії елементів пари «п'ятник – підп'ятник» вантажного вагона у момент прикладання зусилля тяги запропоновано математичний вираз для визначення зазору. Теоретично обґрунтовано застосування композиційних стрічок для наварювання їх на циліндричну поверхню підп'ятника. Розглянуто раціональний розподіл концентрації наповнювача в композиційній стрічці, у результаті якого отримано залежність, яка характеризує потрібний розподіл концентрації наповнювача композиційної стрічки за діаметром підп'ятника з урахуванням фізико-механічних властивостей елементів, які взаємодіють у п'ятниковому вузлі, та властивостей композиційної стрічки, за умов забезпечення рівномірного зносу в кожній точці циліндричної поверхні підп'ятника. Установлено, що в разі застосування композиційної стрічки під час ремонту п'ятникового вузла вантажного вагона відбувається підвищення міцнісних та зносостійких властивостей циліндричної поверхні підп'ятника, тобто в процесі експлуатації відремонтованого вагона зміниться і величина зносу, яка є меншою в 2...2,7 рази порівняно з базовим варіантом. Прогнозований міжремонтний ресурс п'ятникового вузла піввагона з відремонтованими підп'ятниками з навареною композиційною стрічкою становлять 320 тис. км (за зносом п'ятника ця величина в 2,0...3,0 рази вище), що вказує на доцільність застосування запропонованих технологічних заходів.

У **четвертому** розділі наведено результати дослідження фізико-механічних та триботехнічних властивостей відновлених поверхонь п'ятникового вузла, що підтвердило теоретичні передумови щодо підвищення його міжремонтного ресурсу. Стендові дослідження показали, що величина зносу підп'ятників, відремонтованих навареними

композиційними стрічками, у 2,7...5,6 рази менша порівняно з величиною зносу підп'ятників, відремонтованих за допомогою наплавлення, і в 1,6...4,3 рази нижче порівняно з величиною зносу підп'ятників з установленими зносостійкими елементами. Сумарні величини зносу п'ятникового вузла вантажного вагона залежно від пробігу за умови повного завантаження становлять: з підп'ятниками, відремонтованими автоматичним наплавленням під шаром флюсу – 0,82 мм на 10 тис. км пробігу; з підп'ятниками зі зносостійкими елементами – 0,5 мм на 10 тис. км пробігу. Сумарна величина зносу поверхонь п'ятникового вузла з підп'ятниками, відремонтованими навареними композиційними стрічками, менша в 2,7...4,7 рази порівняно з цим показником для підп'ятників, відремонтованих за допомогою наплавлення, і в 1,6...3,5 рази нижче порівняно з величиною сумарного зносу п'ятникових вузлів з підп'ятниками, в які встановлені зносостійкі елементи.

У п'ятому розділі наведено результати експлуатаційних досліджень з визначення міжремонтного ресурсу п'ятникових вузлів вантажних вагонів моделі 12-7023, які також підтвердили доцільність застосування контактного наварювання зносостійких композиційних стрічок. Установлено, що поверхні підп'ятника, відновлені наварюванням композиційних стрічок складу Fe-Cr-Ni-Cr₃C₂ і Fe-Cr-Ni-TiC, за станом зносу не потребували передчасного ремонту. До того ж величина зносу для пробігу 510 тис. км становила 5,8...6,1 мм. Прогнозні значення міжремонтного ресурсу підп'ятника піввагона моделі 12-7023 за станом зносу відповідають пробігу 660 тис. км і 680 тис. км для двох випадків складу композиційних стрічок. Прогнозування міжремонтного ресурсу за допустимим зносом діаметрів п'ятників піввагона моделі 12-7023 показало, що пробіг до ремонту для підп'ятників з навареними композиційними стрічками складу Fe-Cr-Ni-Cr₃C₂ становить близько 1 млн км, а для підп'ятників з навареними композиційними стрічками складу Fe-Cr-Ni-TiC – 740 тис. км. Крім того, виконана техніко-

економічна оцінка запропонованих технологічних рішень підтвердила їхню доцільність. Загальний економічний ефект застосування запропонованої технології відновлення підп'ятника контактним наварюванням зносостійкої композиційної стрічки становить 79 991,85 грн, а строк окупності – 1,9 року.

Завершується робота розгорнутими висновками, які впливають зі змісту дисертації, висновки є логічними.

Виходячи з аналізу основної частини дисертації можемо дійти висновку, що мета дисертаційної роботи під час виконання дослідження була досягнута, а дисертація є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

У додатках наведено список публікацій автора та акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Список використаних джерел, що використані в дисертації, свідчить про глибину пошукової роботи, виконаної дисертантом.

Зміст реферату ідентичний основним положенням та висновкам дисертації.

Одночасно вважаю за необхідне зробити наступні зауваження та пропозиції.

9. Зауваження до дисертаційної роботи

1. Було би більш актуальним, провести аналіз безпеки руху в структурі АТ «Українська залізниця» не тільки за 2014-2016 роки, але і за роки, що є більш наближеними до сьогодення. (рис.1.1).

2. У роботі наведено теоретичні розрахунки зносу у п'ятникових вузлах напіввагонів моделі 12-7023, та відсутні результати розрахунків для інших моделей та типів вагонів.

3. При сучасному стані залізничної інфраструктури потребує уточнення можливість реалізації швидкості руху вантажного поїзда 80 км/год та 100 км/год, а саме на яких ділянках АТ «Укрзалізниця» були досягнуті такі швидкості, чи постійні ці швидкості?

4. У роботі не наведено зношування вертикальної поверхні

підп'ятника.

5. В роботі допущені стилістичні неточності, а також окремі редакційні помилки, на які здобувачу вказано особисто.

Зазначені зауваження не знижують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи Подосьонова Д.О., яка виконана на достатньо високому науковому та практичному рівнях.

6. Загальна оцінка дисертації

Аналіз змісту дисертації і реферату, а також публікацій дисертанта дозволяють зробити наступні висновки по суті дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Подосьонова Дмитра Олександровича на тему «Підвищення надійності п'ятникових вузлів вантажних вагонів шляхом удосконалення технології їх відновлення» є завершеним, самостійно підготовленим кваліфікаційним науковим дослідженням. В дисертації отримані нові раніше не захищені наукові положення та науково-обґрунтовані результати, які у сукупності розв'язують важливу науково-прикладну проблему для галузі вантажного рухомого складу залізниць та промислових підприємств України.

Тема дисертації має актуальний характер. Зміст реферату відповідає змісту дисертації.

Результати роботи з необхідною повнотою висвітлені у працях, що публікувалися у затверджених МОН України виданнях та пройшли належну апробацію на наукових семінарах та конференціях.

Актуальність, високий науковий рівень, практична цінність та впровадження результатів свідчать про те, що виконана дисертантом робота за темою «Підвищення надійності п'ятникових вузлів вантажних вагонів шляхом удосконалення технології їх відновлення» відповідає вимогам п. п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567 із змінами.

Отримані результати мають наукову новизну, підтверджені

експериментами, опубліковані в авторитетних виданнях і впроваджені у виробництво, а здобувач Подосьонов Дмитро Олександрович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – «Рухомий склад залізниць та тяга поїздів».

Офіційний опонент:

**в.о. директора державного
підприємства «Український
науково-дослідний інститут**

вагонобудування», к.т.н., Ст. дослідник

Олександр САФРОНОВ

