

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію Безрукавого Назара Васильовича «Підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – Рухомий склад залізниць та тяга поїздів

1. Загальний аналіз роботи

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків за результатами роботи і містить 180 сторінок тексту, у тому числі 90 рисунків, 2 таблиці, перелік використаних джерел, який включає 120 найменувань.

Дисертація та автореферат написані українською мовою. Обсяг автореферату складає 23 сторінки.

Дисертаційну роботу виконано в Інституті технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України (ІТМ НАНУ і ДКАУ).

Основний зміст дисертаційних досліджень висвітлено у 16 публікаціях, з них 8 опубліковано у фахових виданнях, затверджених МОН України. Одну статтю включено до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS, співавтор 2-х патентів на корисну модель.

Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок, викладення та оформлення матеріалу у дисертації та авторефераті відповідає вимогам «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 лютого 2013 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 656 від 19.08.2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р.) та наказу МОН України «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» від 12.01.2017 р. №40.

2. Актуальність теми дисертації

Пріоритетним напрямком розвитку сучасних залізниць є впровадження ресурсозберігаючих технологій при забезпеченні високого рівня безпеки руху,

зменшенні експлуатаційних витрат, поліпшенні взаємодії рухомого складу з колією.

Процеси взаємодії вагонів з рейковою колією залежить від багатьох факторів: профілів коліс і рейок, технології їх виготовлення, використаних матеріалів, умов їх експлуатації і утримання та ін. Для покращення умов вписування залізничних екіпажів в криволінійні ділянки колії і підвищення ресурсу коліс і рейок необхідне проведення досліджень щодо подальшого удосконалення контактної пари «колесо - рейка». Це зумовлює необхідність дослідження коливань механічних систем, розвиток методів досліджень, проведення багатоваріантних розрахунків. Одним з основних напрямків теоретичних і експериментальних досліджень, яким в теперішній час в багатьох країнах приділяється велика увага, є створення оптимальних профілів контактної пари «колесо - рейка», які забезпечують ресурс колісної пари та безпеку руху поїздів.

У дисертаційній роботі Безрукавого Н. В. розв'язано науково-технічне завдання підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів за рахунок поліпшення взаємодії з колією, що досягається шляхом вдосконалення профілів ободів коліс. Тема роботи направлена на вирішення нагального завдання залізничної галузі України і тому є актуальною.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується ще й тим, що робота тісно пов'язана з планами, програмами наукових досліджень Національної академії наук України, в тому числі по фундаментальній науково-дослідній темі Ш-84-14 «Дослідження динаміки і взаємодії з колією рейкових екіпажів перспективних конструкцій» (номер держреєстрації 01144001178).

3. Обґрунтованість та достовірність наукових результатів

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів обумовлені коректною постановкою завдання з використанням сучасних наукових підходів та математичного моделювання, апробованих розрахункових схем, узгодженням результатів теоретичних досліджень з численними експериментальними даними,

отриманими при динамічних випробуваннях дослідних вагонів і в процесі їх експлуатації в маршрутних поїздах на залізницях України.

4. Наукова новизна і практична значимість результатів роботи

У дисертації виконано теоретичні та експериментальні дослідження, присвячені вирішенню питання підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом удосконалення форми профілів ободів коліс.

Для цього було удосконалено просторову математичну модель взаємодії залізничного екіпажу і колії, яка дозволяє визначати положення і розміри нееліптичних контактних плям, у тому числі при конформному контакті, та розподіл по них нормальних і дотичних сил взаємодії. На відміну від існуючих моделей, у запропонованій моделі реалізовано спрощений підхід знаходження розподілу сил взаємодії по контактних плямах за рахунок вирішення методом скінченних елементів статичної контактної задачі.

Проведено аналіз впливу форми профілю коліс вантажних вагонів на показники їх взаємодії з колією та виконано дослідження ефективності застосування зносостійких профілів коліс. Показано, що додатковим шляхом збільшення терміну служби вагонних коліс, окрім зниження їх природнього зносу, є збільшення можливого числа їх переточувань. Отримано теоретичні залежності величини технологічного зносу від геометричних параметрів ободів зношених коліс при їх переточуваннях за різними профілями залежно від видів несправності коліс та етапу їх експлуатації.

Виконано розробку зносостійких профілів коліс для вантажних вагонів перспективних конструкцій, у тому числі з підвищеним осьовим навантаженням. Для цього запропоновано підхід, що включає одночасний аналіз двох функцій мети: динамічних показників вантажного вагону та зносу його коліс. Із сімейства побудованих профілів коліс обирався профіль, при завданні якого в розрахунках досягалися мінімально можливі значення цих функцій. Такий підхід вибору форми профілів ободів коліс дозволяє при забезпеченні високих динамічних якостей екіпажів помітно поліпшити процеси взаємодії контактної пари «колесо

- рейка» та значно знизити гребеневий знос коліс. Отримані автором теоретичні результати підтверджено експериментальними даними.

Практичну цінність складають одержані результати у вигляді ряду запропонованих нових форм зносостійких профілів ободів коліс для вантажних вагонів з існуючими і перспективними візками. Ремонтний профіль колеса ITM-73-01 впроваджено на всій мережі залізниць України. Його застосування при переточуванні зношених коліс дозволяє як значно знизити інтенсивність зносу коліс при експлуатації, так і збільшити число їх можливих переточувань, що суттєво підвищує ресурс колісної пари. Використання запропонованих профілів коліс ITM-73-02 та ITM-73-03 для перспективних одиниць рухомого складу за прогнозними даними дозволить забезпечити вимоги до вагонів нового покоління щодо пробігу до першого деповського ремонту без обточування колісних пар за зносом гребенів коліс. На Технічній раді Укрзалізниці було прийнято рішення про введення профілю коліс ITM-73-02 в конструкторську документацію на візок нового покоління моделі 18-7020. Впровадження нових зносостійких профілів коліс на мережі залізниць України не потребує значних витрат у порівнянні з удосконаленням екіпажної частини рухомого складу і може дати значний техніко-економічний ефект.

Отримані результати також знайшли використання у роботах ІТМ НАНУ в частині досліджень взаємодії колеса та рейки в зоні їх контакту (при удосконаленні взаємодії з колією рейкового транспорту промислових підприємств) та у навчальному процесі Львівської філії ДНУЗТ у лекційних курсах з ряду дисциплін «Вагони магістрального та промислового транспорту і контейнери», «Технологія ремонту вагонів та вагоноремонтні машини», «Ресурсозберігаючі технології».

5. Оцінка змісту дисертації

Зміст дисертації, її основні положення, результати та висновки у повній мірі відображені у авторефераті. Зміст автореферату та дисертації ідентичний.

У першому розділі приведено аналіз джерел і попередніх досліджень, де розкрито основні проблеми взаємодії вантажних вагонів з колією, у тому числі характерних для мережі вітчизняних залізниць. Наведено основні причини інтенсивного зношування гребенів коліс та розглянуто основні шляхи вирішення цієї проблеми.

Проаналізовано конструкції існуючих і перспективних одиниць рухомого складу для оновлення парку вантажних вагонів українських залізниць та поліпшення взаємодії з рейковою колією. Виконано огляд робіт, присвячених вдосконаленню форми профілів ободів коліс. Показано, що подальше вдосконалення форми профілів коліс вантажних вагонів здатне покращити взаємодію вантажних вагонів та колії. При цьому впровадження нових зносостійких профілів ободів коліс не потребує значних витрат у порівнянні з удосконаленням екіпажної частини рухомого складу.

Другий розділ присвячено пошуку та науковому обґрунтуванню найбільш ефективного шляху поліпшення взаємодії існуючих вантажних вагонів з рейковою колією у весь період їх експлуатації. Для проведення цих досліджень розроблено просторову математичну модель взаємодії вагона і колії довільного окреслення в плані, яка дозволяє враховувати зміну в процесі експлуатації параметрів технічного стану вагонів зі стандартними і перспективними візками, а також можливість виникнення фаз одноточкового, двоточкового та конформного контакту поверхонь обода колеса і головки рейки.

З використанням цієї моделі проаналізовано вплив на динамічні якості та показники взаємодії з колією вагонів зі стандартними візками моделі 18-100, а також візками, обладнаними елементами комплексної модернізації (за проектом С03.04), допустимої зміни у процесі експлуатації параметрів технічного стану ходових частин (зносу гребенів колісних пар, стану фрикційного гасителя коливань, різниці баз боковин, сумарного зазору ковзунів візка, зносу п'ятникового вузла). Встановлено, що найбільший вплив на динамічні показники системи «вагон – колія» із розглянутих параметрів технічного стану ходових частин екіпажу чинить знос поверхонь кочення та гребенів колісних пар.

Показано, що застосування комплексної модернізації візків моделі 18-100 дозволяє не тільки знизити інтенсивність зносу елементів і вузлів ходових частин, а й зменшити його негативний вплив на динамічні якості вагона. Третій розділ присвячено теоретичним і експериментальним дослідженням шляхів поліпшення показників взаємодії існуючих вантажних вагонів з колією за рахунок застосування зносостійких профілів коліс. Виконано аналіз впливу форми профілю ободів коліс вантажних вагонів на їх взаємодії з колією, який показав, що існуючі профілі коліс не забезпечують оптимальних умов їх контакту з рейками при русі по криволінійних ділянках колії. В продовження удосконалення комплексної модернізації візків моделі 18-100, до складу якої входить профіль коліс ІТМ-73 (що має одноточковий контакт з незношеними рейками) розроблено новий ремонтний профіль коліс ІТМ-73-01, який забезпечує конформний аналіз з середньозношеними рейками.

Приведено результати експериментальних досліджень ефективності застосування профілів коліс ІТМ-73 і ТМ-73-01, отриманих при проведенні, у тому числі за активною участю автора, численних оглядів технічного стану вагонів у період їх планових ремонтів. Наведені експериментальні залежності зносу гребенів коліс ІТМ-73 свідчать, про використання профілю ІТМ-73 дозволило зменшити інтенсивність зносу гребенів коліс більш ніж в 2 - 2,5 рази, а застосування в вантажних вагонах спочатку для незношених коліс профілю ІТМ-73, а потім обточках профілю ІТМ-73-01 дозволило зменшити знос гребенів коліс (у порівнянні зі стандартними колесами) більш ніж у чотири рази.

Показано, що застосування ремонтного профілю коліс ІТМ-73-01 є додатковим шляхом збільшення терміну служби вагонних коліс, оскільки крім зниження їх природного зносу дозволяє збільшити можливе число їх переточувань. Застосування цього профілю при обточуваннях коліс, як за зносом гребенів, так і за поверхневими дефектами дозволяє знімати менший шар металу, що істотно збільшує ресурс колеса. Отримано теоретичні залежності величини технологічного зносу від геометричних параметрів ободів зношених коліс при

переточуваннях ободів колісних пар за різними профілями залежно від видів несправності коліс та етапу їх експлуатації.

Показано, що найбільш раціональним є використання профілю ІТМ-73 при механічній обробці нових колісних пар, а ІТМ-73-01 при їх ремонті.

У четвертому розділі дисертаційної роботи розроблено нові зносостійкі профілі коліс ІТМ-73-02, ІТМ-73-03 та виконано оцінку впливу на динамічні якості екіпажів та показники їх взаємодії з колією при застосуванні цих профілів у візках перспективних конструкцій 18-7020, 18-9817 відповідно. Показано, що використання запропонованих профілів ободу коліс у цих візках дозволить при забезпеченні високих динамічних якостей екіпажів знизити інтенсивність зносу пари «колесо - рейка» в 4-5 разів в порівнянні з випадком використання коліс з профілем ІТМ-73 і в 10-11 разів – коліс зі стандартним профілем.

У висновках по роботі наведено основні результати, які автор отримав в процесі її виконання. Висновки відповідають поставленим у дисертації задачам та містять узагальнені результати досліджень.

В дисертації та авторефераті чітко визначений особистий внесок здобувача в роботах зі співавторами. Основні положення дисертації отримали необхідну апробацію на 6-сти міжнародних науково-технічних конференціях. Результати дисертаційної роботи повністю заслухано та обговорено на наукових семінарах та Вченої ради Інституту технічної механіки НАН України та міжкафедральному науковому семінарі Дніпровського національного університету імені академіка В. Лазаряна (2021 р.).

Додатки містять інформацію про впровадження дисертаційної роботи та проміжні результати розрахунків.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.22.07, а саме пунктам:

- п.1 Теоретичні та експериментальні дослідження рухомого складу;
- п.10 Конструкція, динаміка рухомого складу та поїздів;
- п.11 Взаємодія рухомого складу, стійкість та безпека руху.

Одночасно вважаю необхідним зробити наступні зауваження:

1. В роботі досить повно показано переваги запропонованих профілів коліс у порівнянні зі стандартним профілем і профілем ІТМ-73. Однак, хотілось би також бачити їх переваги у порівнянні з іншими профілями коліс, які використовуються для вантажних вагонів на українській залізниці (наприклад ДПТ-УЗ);
2. Не наведено конкретні дані щодо подовження ресурсних показників колісних пар;
3. Не відзначено економічні аспекти впровадження нових профілів;
4. В розділі 4.3 (стор. 129) «Порівняльна оцінка динамічних якостей вагонів з різними візками та інтенсивності зносу коліс із запропонованим профілем УТМ-73-02» (стор. 129 - 138) та автореферату (стор. 16, рис. 8) замість слова «шлях» потрібно писати «колія», на рисунках для порожніх та вантажних вагонів значення максимальних прискорень п'ятників кузовів замість «гарного ходу» потрібно писати «доброго ходу».

Відмічені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки та цінності дисертаційної роботи Безрукавого Н.В., яку виконано на достатньо високому науковому та практичному рівнях.

6. Загальна оцінка дисертації

Аналіз змісту дисертації і автореферату, публікації автора за темою роботи дозволяють зробити наступні висновки по суті дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота є завершеною самостійно підготовленою кваліфікаційною науковою працею, містить вирішення актуального і складного науково-технічного завдання – підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів, покращення їх взаємодії з колією, підвищення безпеки руху поїздів.

Актуальність, достатньо високий науковий рівень та практична цінність отриманих автором результатів з проблеми підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів, впровадження результатів досліджень, в цілому свідчать про те, що дисертаційна робота Безрукавого Н.В. «Підвищення ресурсу колісних пар

вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс» відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №567 від 24 липня 2013 р., паспорту спеціальності 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Автор Безрукавий Назар Васильович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – «Рухомий склад залізниць та тяга поїздів».

Офіційний опонент:

**професор кафедри «Вагони
та вагонне господарство»
Державного університету
інфраструктури та технологій,
доктор технічних наук
з спеціальності 05.22.07 – рухомий
склад залізниць та тяга поїздів,
професор**


24.04.2021р

М.Б. Кельріх

Підпис Кельріха М.Б.
Завідувач
 В.М. Твердохіз

HD4-48/148
всг 26.04.21

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію **Безрукавого Назара Васильовича**
«Підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом
вдосконалення профілів коліс»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.22.07 – «Рухомий склад залізниць та тяга поїздів».

Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами.
Дисертаційна робота Безрукавого Н.В. пов'язана з вирішенням важливої для залізниць України задачі підвищення ресурсу елементів ходових частин вагонів та колії, зокрема системи «колесо – рейка». Ця проблема є актуальною в зв'язку з інтенсивним зносом гребенів коліс рухомого складу та бічних поверхонь рейок на залізницях України. Враховуючи масштабність застосування залізничного транспорту, зменшення інтенсивності зношення коліс та рейок здійснюватиме вагомий внесок у справу ресурсозбереження та мінімізації експлуатаційних витрат.

Вирішення цієї актуальної на даний час проблеми в свою чергу дозволяє покращити безпеку руху вантажних поїздів, адже інтенсивне зношення гребенів коліс та рейок може стати причиною сходу рухомого складу з рейкової колії, і як наслідок, значних матеріальних збитків та людських жертв.

Тематика дисертації включена в плани наукових досліджень, які проводяться в Інституті технічної механіки НАНУ і ДКАУ на запит Національної академії наук України, по наступних темах:

- по фундаментальній науково-дослідній темі III-84-14 «Дослідження динаміки і взаємодії з колією рейкових екіпажів перспективних конструкцій» (номер держреєстрації 0114U001178, затверджена постановою Бюро Відділення механіки НАН України на 2014-2018 роки, протокол № 3 від 02.10.13);
- по прикладній науково-дослідній темі III-80-12 «Прикладні дослідження для науково-методичного, інженерного та інформаційного забезпечення розробки перспективних технічних систем» (номер держреєстрації 0112U001323, затверджена постановою Бюро Відділення механіки НАН України на 2012-2014 роки, протокол № 4 від 12.10.11);
- по прикладній науково-дослідній темі III-81-14 «Розробка методів дослідження та вирішення актуальних науково-технічних проблем створення та удосконалення перспективних машин та систем» (номер держреєстрації 0112U001324, затверджена постановою Бюро Відділення механіки НАН України на 2012-2014 роки, протокол № 5 від 08.11.11).

Наукова новизна результатів дослідження Дисертаційна робота пов'язана з вирішенням наукового завдання підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс. Автор роботи в якості наукової новизни пропонує наведені нижче положення:

- виконано вдосконалення просторової математичної моделі взаємодії залізничного екіпажа і колії, яке дозволяє визначати положення і розміри нееліптичних контактних плям при конформному контакті та розподіл по них нормальних і дотичних сил взаємодії;

- розраховані теоретичні залежності величини технологічного зносу від геометричних параметрів ободів зношених коліс при переточуваннях ободів колісних пар за різними профілями при їх ремонті;

- вперше запропоновано підхід щодо розробки ряду нових профілів ободів вагонних коліс при одночасному аналізі динамічних показників вантажного вагону та зносу його коліс. За допомогою цього підходу визначено геометричні параметри профілів поверхонь кочення коліс, що дозволяють отримати конформний контакт з середньозношеними рейками залізниць та забезпечують необхідний рівень динамічних показників вантажного вагону.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані автором дисертаційної роботи результати мають суттєве практичне значення. Так, запропоновані зносостійкі профілі ободів коліс ІТМ-73-02 та ІТМ-73-03 можуть бути використані як для тих вантажних вагонів, що є в наявності в українських залізниць на теперішній час, так і для вантажних вагонів з візками перспективних конструкцій з різним осьовим навантаженням. Застосування розроблених профілів коліс дозволить знизити інтенсивність зношення гребенів колісних пар. При ремонті зношених коліс може бути використаний профіль ІТМ-73-01, що дасть змогу збільшити число їх можливих переточувань та значно знизити інтенсивність експлуатаційного зносу коліс.

Результати дисертаційної роботи використані в науковій роботі при дослідженні залізнично-транспортних пригод у Львівському науково-дослідному інституті судових експертиз Міністерства юстиції України; в роботах ІГТМ НАН України, направлених на удосконалення взаємодії з колією рейкового транспорту промислових підприємств; у навчальному процесі та науковій роботі в Львівській філії ДНУЗТ. Практичне впровадження результатів роботи підтверджено відповідними документами, що наведені в додатку до дисертації.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій. Найбільш важливим підтвердженням обґрунтованості та достовірності наукових положень дисертації Н.В. Безрукавого є те, що результати його теоретичних досліджень досить добре узгоджуються з експериментальними даними, отриманими при дослідній експлуатації вагонів на залізницях України. Це додатково підтверджується системним підходом автора до вирішення поставленої задачі, коректністю використаної математичної моделі просторових коливань вантажного вагона, вмілим використанням методів обробки статистичних даних, а також логічною та послідовною структурою наукового дослідження. Це дозволяє зробити висновок про достатню обґрунтованість та достовірність наукових положень, що розроблені автором дисертації.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота викладена на 167 сторін-

ках, включаючи 90 рисунків та 2 таблиці, містить вступ, чотири розділи основної частини, висновок, список використаних джерел та додатки.

Вступ містить загальну характеристику роботи відповідно до чинних вимог Міністерства освіти і науки України. В ньому обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, наведено її мету та завдання, визначено об'єкт та предмет досліджень, обґрунтовано методи, що використані для проведення досліджень, показано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено особистий внесок в кожну з опублікованих у співавторстві робіт здобувача.

Перший розділ присвячено аналізу джерел, в яких розглядаються проблеми взаємодії рухомого складу з рейковою колією, і попередніх досліджень, пов'язаних з методами, що використовуються закордонними та вітчизняними вченими для вирішення цієї проблеми. Проаналізовано конструкції перспективних одиниць рухомого складу для оновлення парку вантажних вагонів та поліпшення взаємодії з рейковою колією. Наведено основні причини підвищення інтенсивності зношування гребенів коліс на залізницях України та намічено основні шляхи вирішення цієї проблеми. Проаналізовано передовий світовий досвід у питаннях оптимізації форми профілів коліс. Показано, що впровадження нових зносостійких профілів коліс на мережі залізниць України не потребує значних витрат у порівнянні з удосконаленням екіпажної частини рухомого складу і може дати значний техніко-економічний ефект.

Метою **другого розділу** був пошук та наукове обґрунтування найбільш ефективного шляху поліпшення взаємодії вантажних вагонів з рейковою колією. Досліджено вплив технічного стану візків вантажних вагонів на їх динамічні показники і процеси взаємодії з колією. Для проведення необхідних досліджень дисертант вдосконалив математичну модель, що описує просторові коливання вантажного вагона з урахуванням взаємодії екіпажа з колією. Використання такої моделі дозволило оцінювати вплив на нормовані динамічні показники вагона зміни параметрів його технічного стану при русі по колії довільного окреслення в плані, моделювати рух вагона зі стандартними і перспективними візками, брати до уваги різні фази контактної взаємодії колеса та рейки, оцінити можливість виникнення фази конформного контакту на поверхнях обода колеса і головки рейки, а також отримати чисельні показники зносу верхні кочення колеса в процесі руху.

Отримані шляхом комп'ютерного моделювання результати дозволили здобувачу побудувати залежності досліджуваних показників від швидкості руху вагона як по прямолінійних так і криволінійних відрізках колії. За результатом аналізу отриманих результатів встановлено, що найбільший вплив на динамічні показники системи «вагон – колія» із розглянутих параметрів технічного стану ходових частин екіпажа чинить знос поверхонь кочення та гребенів колісних пар.

Третій розділ присвячено аналізу впливу форми профілю коліс вантажних вагонів на їх взаємодію з колією та дослідженню шляхів поліпшення показників взаємодії існуючих вантажних вагонів з колією за рахунок застосування зносостійких профілів коліс.

Шляхом математичного моделювання автором виконано аналіз типів контакту рейок та коліс з різними профілями поверхонь катання ободів при різних взаємних зміщеннях контактуючих тіл та показано, що найбільш оптимальним з точки зору зниження зносів контактуючих тіл, є конформний контакт колеса та рейки. Враховуючи ці результати, запропоновано низку профілів з урахуванням форми середньозношених рейок.

Представлено результати експериментальних досліджень ефективності застосування розроблених профілів коліс, отриманих при проведенні, у тому числі за участю автора дисертації, оглядів технічного стану вагонів у період їх планових ремонтів. Отримані експериментальні залежності зносу гребенів коліс від пробігу вагонів із різними типами візків та профілями поверхонь кочення коліс показали, що використання профілю ІТМ-73 дозволило зменшити інтенсивність зносу гребенів коліс більш ніж в 2 - 2,5 рази. При цьому використання при подальших обточках профілю колеса ІТМ-73-01 дозволяє збільшити ресурс коліс більш ніж у чотири рази.

Автором показано, що підвищення ресурсу колісної пари можливо також при застосуванні профілю ІТМ-73-01 при обточуванні коліс з дефектами поверхні кочення. Їм виконано порівняльну оцінку варіантів переточки коліс за зносостійкими профілями з позиції збільшення ресурсу колісної пари і розроблено раціональні варіанти переточки обода коліс в залежності від видів їх несправності та етапу експлуатації.

Проведені дослідження дозволили запропонувати використання профілів ІТМ-73 і ІТМ-73-01, що значно скорочує інтенсивність природного зносу коліс. При цьому, найбільш раціональним є використання профілю ІТМ-73 при механічній обробці нових колісних пар, а профілю ІТМ-73-01 при їх ремонті.

В четвертому розділі дисертаційної роботи вирішується проблема оновлення вантажного парку вітчизняних залізниць з метою підвищення динамічних якостей екіпажів, збільшення ресурсу ходових частин, зниження зносу елементів рухомого складу та колії. Автором наведено результати досліджень, проведених методами математичного моделювання, по вдосконаленню форми існуючих зносостійких профілів та оцінці їх впливу на динамічні якості вагонів та їх взаємодію з колією при застосуванні в візках різних конструкцій для вантажних вагонів нового покоління.

Оскільки конформний контакт поверхонь коліс і рейок є найбільш перспективним з точки зору знаходження раціональних процесів взаємодії, автором розроблено новий зносостійкий профіль коліс ІТМ-73-02 з конформним контактом для рейок Р65 з урахуванням форми зносу їх головок. Виконано оцінку впливу використання нового зносостійкого профілю в візках моделі 18-7020 на динамічні показники екіпажа та його взаємодію з колією. Результати дослідження показали, що за прогнозними оцінками застосування профілю коліс ІТМ-73-02 дозволить задовольнити вимоги, що пред'являються до перспективних вантажних вагонів по інтенсивності зносу коліс. Виконано аналіз та порівняльну оцінку прогнозних показників зносу коліс та динамічних характеристики вантажних вагонів з комплексно модернізованими візками моделі 18-100 і новими візками моделей 18-7020 і 18-9817. Показано, що для забезпечення ви-

соких динамічних якостей вантажного вагона, поліпшення процесів взаємодії екіпажа і колії та значного зниження зносу гребенів коліс вантажних вагонів з візками моделі 18-9817 (з підвищеним до 25 тс осьовим навантаженням) може бути використаний профіль коліс ІТМ-73-03.

Виконано оцінку впливу застосування профілю коліс ІТМ73-03 на показники взаємодії з рейкової колією і динамічні якості вантажного вагона з візками нового покоління моделі 18-7020 зі звичайним навантаженням на вісь 23,5 тс. Показано, що в даному випадку для обточування коліс також може використовуватися новий профіль ІТМ-73-03.

Висновки містять основні результати роботи та відповідають меті та задачам дисертаційного дослідження.

Список використаних джерел включає 120 найменувань дисертації, що є достатнім і свідчить про глибину вивчення досліджуваної проблеми, виконану здобувачем.

У додатку наведено акти впровадження результатів дослідження.

Повнота викладення результатів дисертації. Дисертація у повному обсязі відповідає поставленій меті та задачам. Основні результати дисертації опубліковано в 16 роботах, серед яких 8 статей в фахових наукових журналах, 6 тез доповідей та 2 патенти на корисну модель. Одну статтю надруковано в збірнику, що рецензується міжнародною наукометричною базою Scopus.

В зазначених вище наукових трудах та доповідях цілого ряду конференцій повною мірою представлені основні результати дисертаційної роботи. По всіх роботах, що виконано у співавторстві, у дисертації та авторефераті чітко визначений особистий внесок здобувача.

Зауваження за змістом дисертації:

1. В розділі 2.2.4 (Апробація моделі) наведено порівняння результатів розрахунків динамічних показників вантажного вагона з експериментальними даними, але дані про умови проведення експерименту та перелік величин, які визначалися, відсутні.
2. В розділі 2.3 (Оцінка впливу зміни показників технічного стану візків в процесі експлуатації вагонів на їх взаємодію з колією):
 - відсутній опис типу збурення, який використано при проведенні досліджень;
 - серед показників якості ходу вагона відсутній коефіцієнт вертикальної динаміки, аналіз якого передбачено нормативними документами, які діють в Україні (ДСТУ 7598, ДСТУ ГОСТ 33211);
 - відсутнє порівняння отриманих показників динаміки навантажених вагонів зі стандартним профілем коліс та з профілем ІТМ-73 (при різній товщині гребнів);
3. В розділі 4.3.1 (Оцінка динамічних показників вантажних вагонів):
 - відсутні посилання на нормативні документи, згідно яким обирались допустимі значення показників динаміки вагона;

- відсутній аналіз коефіцієнту стійкості від сходу колеса з рейки, який є найбільш важливим для оцінки якості ходу вагона.

Наведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи Безрукавого Н.В. і не впливають її загальну позитивну оцінку.

Підсумковий висновок по дисертаційній роботі. Дисертаційна робота Безрукавого Назара Васильовича «Підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс» є закінченою науковою працею, в якій отримано нові наукові результати в галузі рухомого складу залізниць.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.07 – Рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Актуальність теми роботи, новизна та практична значимість отриманих результатів, їх достовірність та обґрунтованість дають підстави вважати, що робота **Безрукавого Назара Васильовича** «Підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.22.07 – Рухомий склад залізниць та тяга поїздів, відповідає вимогам пп. 9, 11 – 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 зі змінами та доповненнями. А її автор – **Безрукавий Назар Васильович** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.22.07 – Рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Офіційний опонент:

Керівник випробувального центру
Дніпровського національного
університету залізничного
транспорту імені академіка
В. Лазаряна,

к.т.н. (спеціальність 05.22.07), с.н.с.



104-48/208
впр 17.05.21

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

д.т.н., проф. Фоміна Олексія Вікторовича

на дисертаційну роботу **Безрукавого Назара Васильовича** «Підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – «Рухомий склад залізниць та тяга поїздів».

При виконанні аналізу дисертаційної роботи здійснено оцінку основних ознак на відповідність вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Далі розглянуто більш ретельно окремі характеристики представленої до захисту дисертації.

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Безрукавого Н.В. спрямована на розв'язання важливого науково-технічного завдання – збільшення ресурсу колісних пар вантажних вагонів за рахунок вдосконалення профілів ободів коліс. Мережа залізниць представляє собою одну з найбільш металоемних і енергоємних галузей економіки України. В зв'язку з чим актуальною є розробка та впровадження ресурсозберігаючих технологій. Одне із важливих питань для залізниць – це підвищення ресурсу елементів ходових частин вагонів та колії, зокрема системи «колесо – рейка». Одним з варіантів досягнення цієї мети є оптимізація форми профілів коліс.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 167 сторінках. Вона містить 90 рисунків та 2 таблиці, вступ, основну частину з чотирьох розділів, висновки, список використаних джерел та додатки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано її мету та завдання, визначено об'єкт та предмет досліджень,

наведено методи дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, надано відомості щодо їх апробації.

У першому розділі автором виконано аналіз основних проблем взаємодії рухомого складу з рейковою колією, характерних для мережі залізниць України. Проаналізовано конструкції перспективних одиниць рухомого складу, які побудовано для оновлення парку вантажних вагонів та поліпшення взаємодії з рейковою колією. Виконано огляд робіт, присвячених вдосконаленню форми профілів ободів коліс. Проаналізовано передовий світовий досвід у питаннях оптимізації форми профілів коліс. Наголошено, що впровадження нових зносостійких профілів коліс на мережі залізниць України не потребує значних витрат у порівнянні з удосконаленням екіпажної частини рухомого складу.

Другий розділ присвячено дослідженню впливу технічного стану візків вантажних вагонів на їх динамічні показники і процеси взаємодії з колією. Автор удосконалив просторову математичну модель коливань вагона при русі по колії довільного окреслення в плані. Ця модель дозволяє враховувати особливості різних конструкцій ходових частин вантажних вагонів та зміну в процесі експлуатації параметрів їх технічного стану, а також можливість виникнення різних фаз контакту поверхонь обода колеса і головки рейки, у тому числі конформного.

За результатами моделювання руху вагонів зі стандартними візками моделі 18-100, а також візками, обладнаними елементами комплексної модернізації, побудовано залежності від швидкостей руху нормованих динамічних показників вагонів при різному технічному стані ходових частин, показників інтенсивності зносу і взаємодії між колесом і рейкою.

Виконано аналіз отриманих результатів і встановлено, що найбільший вплив на динамічні показники системи «вагон-колія» із розглянутих параметрів технічного стану ходових частин екіпажа чинить знос колісних пар.

В третьому розділі автором дослідження щодо шляхів поліпшення показників взаємодії наявних вантажних вагонів з колією за рахунок

застосування зносостійких профілів коліс. Оцінено можливість поліпшення процесів вписування візків вантажних вагонів у криволінійні ділянки колії за рахунок зміни конусності профілів коліс.

Представлено експлуатаційні дослідження вантажних вагонів з різними конструкціями візків та початковими профілями коліс, які свідчать, що використання зносостійкого профілю ITM-73, розробленого в рамках проекту комплексної модернізації візків С03.04, у порівнянні зі стандартним профілем дозволило зменшити інтенсивність зносу гребенів коліс більше ніж в 2 - 2,5 рази, а запровадження нового ремонтного профілю ITM-73-01 – більше ніж у чотири рази. Використання запропонованого профілю ITM-73-01 дозволяє знімати при обточуванні менший шар металу, що збільшує число можливих обточок коліс за весь період їх експлуатації, а, отже, і ресурс колісної пари.

Автором виконано дослідження, результати яких свідчать, що застосування профілю ITM-73-01 при обточуваннях коліс, як за зносом гребенів, так і за поверхневими дефектами дозволяє знімати менший шар металу, що істотно збільшує ресурс колеса. Проведено аналіз впливу технологічного зносу на ресурс колісної пари, встановлено основні фактори, що впливають на його величину. Виконано порівняльну оцінку варіантів переточки коліс за зносостійкими профілями з позиції збільшення ресурсу колісної пари і запропоновано раціональні варіанти переточки обода коліс в залежності від видів їх несправності та етапу експлуатації. Показано, що найбільш раціональним є використання профілю ITM-73 при механічній обробці нових колісних пар, а ITM-73-01 при їх ремонті. При цьому значно зменшується як природний, так і технологічний знос коліс. При глибині вищербин до 3 мм застосування нового профілю ITM-73-01 дозволяє зменшити товщину шару металу, що знімається при обточуванні колеса в 2,5 рази, що сприяє продовженню терміну експлуатації коліс.

Четвертий розділ пов'язаний з вирішенням проблеми оновлення вантажного парку вітчизняних залізниць з метою підвищення динамічних якостей екіпажів, збільшення ресурсу ходових частин, зниження зносу

елементів рухомого складу та колії. Автором приведено результати досліджень щодо вдосконалення форми існуючих зносостійких профілів та оцінки впливу їх застосування в візках різних конструкцій для вантажних вагонів нового покоління на їх динамічні якості та взаємодію з колією. Приведено методику вибору зносостійких профілів коліс, які мають конформний контакт з рейкою. Розроблено новий зносостійкий профіль коліс ІТМ-73-02 з конформним контактом для рейок Р65 з урахуванням форми зносу їх головок. Виконано аналіз можливості застосування нового зносостійкого профілю ІТМ-73-02 для використання у візках різних конструкцій. Показано, що застосування профілю коліс ІТМ-73-02 в візках моделі 18-7020 за прогнозними оцінками дозволить задовольнити за інтенсивністю зносу коліс вимоги, що пред'являються до перспективних вантажних вагонів.

Для нових візків моделі 18-9817 (з підвищеним до 25 тс осьовим навантаженням) запропоновано профіль коліс ІТМ-73-03, використання якого дозволить при забезпеченні високих динамічних якостей вантажного вагона помітно поліпшити процес взаємодії екіпажа і колії і значно знизити гребеневий знос коліс. Показано, що використання нового профілю ІТМ-73-03 для обточування коліс вантажних вагонів з візками нового покоління моделі 18-7020 (з осьовим навантаженням 23,5 тс) також цілком допустимо.

Висновки містять основні результати роботи та відповідають меті та задачам дисертаційного дослідження.

Список використаних джерел, який вклучає 120 найменувань і займає 9 сторінок дисертації, свідчить про глибину вивчення досліджуваної проблеми, виконану здобувачем.

Наукова новизна результатів дослідження. Дисертаційна робота пов'язана з вирішенням наукового завдання підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс. В якості наукової новизни автором дисертації виносить такі положення:

- виконано вдосконалення просторової математичної моделі взаємодії залізничного екіпажа і колії, яке дозволяє визначати положення і розміри нееліптичних контактних плям при конформному контакті та розподіл по них нормальних і дотичних сил взаємодії;

- розраховані теоретичні залежності величини технологічного зносу від геометричних параметрів ободів зношених коліс при переточуваннях ободів колісних пар за різними профілями при їх ремонті;

- вперше запропоновано підхід щодо розробки ряду нових профілів ободів вагонних коліс при одночасному аналізі динамічних показників вантажного вагону та зносу його коліс. За допомогою цього підходу визначено геометричні параметри профілів поверхонь кочення коліс, що дозволяють отримати конформний контакт з середньозношеними рейками українських залізниць та забезпечують необхідний рівень динамічних показників вантажного вагону.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонований ремонтний профіль колеса ITM-73-01 впроваджено на всій мережі залізниць України. Його застосування при переточуванні зношених коліс дозволяє як значно знизити інтенсивність зносу коліс при експлуатації, так і збільшити число їх можливих переточувань, що суттєво підвищує ресурс колісної пари. Використання запропонованих профілів коліс ITM-73-02 та ITM-73-03 для перспективних одиниць рухомого складу за прогнозними даними дозволить забезпечити вимоги до вагонів нового покоління щодо пробігу до першого деповського ремонту без обточування колісних пар за зносом гребенів коліс.

Результати дисертаційної роботи використовуються:

- у ІТМ НАНУ, в роботах щодо удосконалення взаємодії рейкового транспорту промислових підприємств з колією;

- у навчальному процесі в Львівській філії ДНУЗТ та у науковій роботі та при дослідженні залізнично-транспортних пригод у Львівському науково-дослідному інституті судових експертиз Міністерства юстиції України.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджено відповідними документами, що наведені в додатку до дисертації.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, розроблених у дисертації Безрукавого Н.В., обумовлені логічною та послідовною структурою наукового дослідження, підтверджуються системним підходом до вирішення поставленої задачі, коректністю використання сучасних методів математичного моделювання та обробки статистичних даних. Результати теоретичних досліджень задовільно узгоджуються з експериментальними даними, отриманими з дослідної експлуатації вагонів на залізницях України. Це дає підстави для висновку про достатню обґрунтованість та достовірність наукових положень, розроблених дисертантом.

Повнота викладення результатів дисертації. Дисертація у повному обсязі відповідає поставленій меті та задачам. Основні результати дисертації опубліковано в 16 роботах, серед яких 8 статей в фахових наукових журналах, 6 тез доповідей та 2 патенти на корисну модель. Одну статтю включено до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Основні результати дисертаційної роботи повною мірою представлені у зазначених наукових працях та доповідях. У дисертації та авторефераті чітко визначений особистий внесок здобувача в роботах зі співавторами.

Зміст дисертації, її основні положення, результати та висновки у повній мірі відображені в авторефераті. Зміст автореферату та дисертації ідентичні.

Зауваження за змістом дисертації та автореферату:

1. Не зрозуміло чому автор при аналізі наукових праць, які присвячені вдосконаленню форми профілів коліс, не розглядає роботи професора

Сапроновної С.Ю., яка з відповідної тематики захистила докторську дисертацію.

2. В роботі недостатньо чітко представлена експериментальна частина досліджень, а саме: відсутні дані про участь автора в цих дослідженнях та не наведено детальний опис використаної методики.

3. З тексту дисертації не зрозуміло, чи може бути використаний єдиний профіль коліс ITM-73-03 для візків нового покоління з різним навантаженням на вісь.

4. В дисертації не представлено розрахунків економічної ефективності застосування розроблених зносостійких профілів.

5. В тексті дисертації мають місце окремі помилки стилістики викладення, комп'ютерного редагування та орфографічного характеру, на які здобувачу вказано особисто.

Незважаючи на вказані недоліки дисертація має достатній науковий рівень та практичне значення й демонструє високу наукову кваліфікацію Безрукавого Назара Васильовича.

Загальний висновок щодо дисертаційної роботи.

Аналіз тексту дисертації, автореферату, а також публікацій здобувача за темою роботи дозволяє зробити наступні загальні висновки.

Дисертація Безрукавого Назара Васильовича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій самостійно отримані нові науково обґрунтовані результати, які дозволяють вирішити актуальне наукове завдання з підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс, що має істотне значення і відноситься до пріоритетного напрямку розвитку вітчизняної науки і техніки в галузі залізничного транспорту.

Зміст дисертації та автореферату в повній мірі відповідають паспорту спеціальності 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів, а саме напрямку досліджень: «Конструкція, динаміка рухомого складу».

Актуальність, високий науковий рівень, практична цінність та впровадження результатів виконаних автором досліджень свідчать про те, що представлена до захисту дисертація: «Підвищення ресурсу колісних пар вантажних вагонів шляхом вдосконалення профілів коліс» відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами) та вимогам до оформлення дисертацій відповідно наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40, а її автор Безрукавий Назар Васильович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Офіційний опонент:

професор кафедри вагонів та вагонного господарства Державного університету інфраструктури та технологій, доктор технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів, професор

О.В. Фомін

