ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

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

на дисертаційну роботу **Мямліна Сергія Сергійовича**

«Удосконалення конструкцій рухомого складу вузької колії»,

яку представлено 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

Дисертацію присвячено одному із складних напрямків досліджень рухомого складу залізниць, а саме, рухомому складу вузькоколійних залізниць, які останнім часом необґрунтовано оминають увагою як конструктори, так і дослідники. Тому наявний рухомий склад вітчизняних вузькоколійних залізниць знаходиться в незадовільному технічному стані і його просто немає для забезпечення наявних потреб у перевезенні вантажів і пасажирів у малодоступних районах та гірській місцевості. У зв'язку з цим, представлена дисертаційна робота актуальна для залізничного транспорту і має значний прикладний характер.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами

Представлена дисертаційна робота виконана у відповідності до пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі, що визначені в Транспортній стратегії України до 2020 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 №2174-р) та Національній транспортній

стратегії України на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430, а також пов'язана з науково-дослідними роботами, що виконуються Українською державною академією залізничного транспорту (УкрДУЗТ) та Дніпровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ): «Розробка інноваційних вантажних вагонів для гірських залізниць з урахуванням новітніх матеріалів та застосування сучасних технологій зварювання» (ДР №0116U003751), «Розвиток туристичних перевезень залізничним транспортом в Україні» (ДР №0115U002424), «Інноваційні засади створення ресурсозберігаючих конструктивів вагонів шляхом урахування уточнених динамічних навантажень та функціонально-адаптивних флеш-концептів» (ДР №0120U102037), «Розробка інтелектуальних технологій ефективного енергозабезпечення транспортних систем» (ДР №0116U006982), у яких автор є виконавцем та автором науково-технічних звітів.

Методи дослідження

Автором в роботі використовуються наступні методи досліджень: при виконанні аналізу стану справ з технічними засобами рухомого складу вузькоколійних залізниць застосовувалися методи експертних оцінок, методи аналізу та синтезу. При розробці математичних моделей просторових коливань рейкових екіпажів використовувалися методи математичного моделювання із застосуванням диференційних рівнянь Лагранжа другого роду. Методи оптимізації використовувалися при визначенні раціональних параметрів різних ступенів ресорного підвішування візків вантажних та пасажирських вагонів. При формуванні вихідних даних з характеристиками нерівностей рейкової колії та при обробці результатів досліджень застосовувалися поняття теорії ймовірностей та математичної статистики.

Повнота викладення наукових результатів
в опублікованих працях

Всі основні результати дисертаційної роботи опубліковані автором в 50 наукових працях (11 наукових праць надруковано без співавторів), з яких основних праць 7 – наукові статті у фахових виданнях та у виданнях і в журналах, що входять до наукометричних баз даних (Google Scholar, Index Copernicus, CrossRef), в тому числі 1 стаття у науковому виданні, що індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus, а також 43 додаткових праці, з яких 6 статей у наукових журналах та 10 патентів України на корисну модель, 1 патент Республіки Казахстан, а також 25 публікацій апробаційного характеру і тез доповідей у матеріалах міжнародних наукових конференцій та 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір наукового характеру. Всього автором отримано 12 охоронних документів на об'єкти інтелектуальної власності. Таким чином, можна з впевненністю стверджувати, що наукові результати викладено у наукових працях повністю у відповідності до чинних вимог МОН України.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових результатів

Ступінь обґрунтованості і достовірності отриманих наукових результатів обумовлено коректністю постановки та вирішення завдань, використанням апробованого математичного апарату, репрезентативністю статистичних матеріалів, перевіркою на адекватність запропонованих математичних моделей шляхом порівняння результатів теоретичних досліджень з результатами відомих досліджень. Аналіз наукових методів та підходів, що застосовує автор для вирішення поставленої задачі, дає повну впевненість зробити висновок, що результати, одержані автором в даних дослідженнях, в повній мірі підтверджені та їх слід вважати достовірними. В роботі наведено акти впровадження результатів виконання роботи із зазначенням відповідного ефекту та сфери застосування.

Наукова новизна одержаних результатів

В даній дисертаційній роботі автором отримано особисто наступні основні наукові результати, що у сукупності складають наукову новизну:

- вперше отримано раціональні параметри ресорного підвішування пасажирського вагону вузької колії для використання на гірських ділянках залізниць, що дозволяє підвищити швидкість руху при безумовному забезпеченні показників динаміки та безпеки руху;
- удосконалено математичну модель просторових коливань чотиривісного вантажного вагону в частині врахування конструктивних особливостей рейкових екіпажів вузької колії та застосування пружного зв'язку між колісними парами та боковими рамами, що, на відміну від існуючих моделей, дозволяє здійснювати комплексну оцінку показників руху вагону в залежності від параметрів міжелементних зв'язків;
- удосконалено математичну модель динамічної навантаженності вузькоколійного чотиривісного пасажирського вагону, який рухається інерційною пружно-в'язкою колією, що, на відміну від існуючих моделей, враховує не тільки параметри верхньої будови колії, а й дозволяє досліджувати динамічні якості вагону в перехідних ділянках плану та профілю колії;
- удосконалено аналітичні залежності показників динаміки пасажирських вагонів вузької колії від швидкості руху та конструктивного виконання елементів ресорного підвішування візків з урахуванням особливостей експлуатації туристичних маршрутів на гірських ділянках залізниць, що позначається у вигляді розподілу сил не тільки у зчіпному пристрої, а й у пружному переході між вагонами поїзду;
- знайшли подальшого розвитку науково-технічні рішення з реалізації сучасного рухомого складу, що враховують чинні вимоги нормативної документації та перспективні умови експлуатації на залізничному транспорті.

Практичне значення одержаних результатів

Запропоновані автором в своїй роботі математичні моделі просторових коливань пасажирських та вантажних вагонів вузької колії застосовуються в наукових дослідженнях на кафедрі інженерії вагонів та якості продукції УкрДУЗТ, а також в наукових дослідженнях та при виконанні конструкторських розробок в проектно-конструкторському технологічному бюро ДНУЗТ.

Розроблені за участю автора конструктивні рішення вантажних вагонів вузької колії прийняті до впровадження Головним спеціалізованим конструкторським бюро з вагонобудування імені В. М. Бубнова АТ «Азовмаш».

Технічні рішення з удосконалення конструкції вантажних та пасажирських вагонів впроваджено при розробці сучасного рухомого складу вузької колії на підприємствах ТОВ «УкрТрансАкад» та НВП «ТрансВагонСервіс».

Основні результати виконання дисертаційного дослідження впроваджено також в навчальний процес при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю «Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту» при викладанні дисциплін «Конструкція вагонів», «Динаміка вагонів», «Методологія інженерної діяльності» кафедри інженерії вагонів та якості продукції УкрДУЗТ. Всі результати підтверджуються відповідними актами впровадження, що наведено у додатках до дисертації.

Оцінка змісту дисертації

Зміст, структура, обсяг та оформлення дисертації відповідають вимогам МОН України та «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами). Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

У **вступі** автором обґрунтовується актуальність теми дисертації,

сформульовано задачі та мету, визначено об'єкт та предмет дослідження, розкрито наукову новизну, представлено відомості про апробацію результатів роботи, визначено практичне значення одержаних результатів та особистий внесок автора при підготовці наукових публікацій у співавторстві.

У **розділі 1** наведено опис стану питання за обраним напрямком дисертаційного дослідження, здійснено аналіз конструкцій наявного рухомого складу вітчизняних вузькоколійних залізниць та визначено його незадовільний технічний стан, що унеможливлює його подальше використання. Даний висновок підтверджує актуальність даного дисертаційного дослідження, а з урахуванням перспектив розвитку вузькоколійних залізниць у гірській місцевості Заходу України та реальної можливості поєднання мережі залізниць вузької колії нашої держави з аналогічними залізницями Центральної та Східної Європи робить даний напрямок розвитку залізничного транспорту одним з пріоритетних та найбільш ефективних з точки зору економічного розвитку прикордонних територій та комплексної інтеграції національних залізниць до європейської транспортної системи. Виконано аналіз наукових публікацій щодо розвитку вузькоколійних залізниць, теоретичних та експериментальних досліджень динамки та безпеки руху рухомого складу залізниць та наукові публікації з розвитку туристичних перевезень, в тому числі у гірських районах України, що є підґрунтям для подальших наукових досліджень.

В **розділі 2** автором запропоновано опис математичної моделі просторових коливань пасажирського вагону з урахуванням особливостей перевезень на туристичних маршрутах гірськими ділянками колії, що представляє собою систему нелінійних диференційних рівнянь 100-го порядку та враховує особливості пружної взаємодії між вагонами у складі поїзду. Автором застосовано диференційні рівняння Лагранжа другого роду.

В другому розділі автором також запропоновано опис математичної моделі просторових коливань вантажного вагону з урахуванням особливостей перевезень на гірських та рівнинних ділянках залізничної колії,

що представляє собою систему нелінійних диференційних рівнянь 116-го порядку та враховує особливості взаємодії колеса та рейки.

Розроблені автором математичні моделі являються підґрунтям для виконання теоретичних досліджень динамічної навантаженності рухомого складу вузькоколійних залізниць.

В **розділі 3** автором запропоновано опис розроблених технічних рішень інноваційних конструкцій вантажних та пасажирських вагонів вузької колії, які враховують не тільки особливості експлуатації на гірських ділянках колії, а й сучасні технології машинобудування та використання прогресивних технологій зварювання металевих деталей. Автором запропоновано модельний ряд сучасних конструкцій пасажирських вагонів, які обладнано необхідним устаткуванням для здійснення комфортних туристичних перевезень. Пропонується також конструкція вагону для транспортування електромобілів та інших електричних транспортних засобів з можливістю підзарядки під час перевезення залізницею.

В **розділі 4** роботи автором запропоновано вихідні дані для виконання теоретичних досліджень динамічної навантаженості рухомого складу вузької колії. За результатами експериментальних досліджень отримано характеристики нерівностей рейкових ниток у вертикальному та горизонтальному поперечному напрямку, що застосовано при моделюванні вимушених коливань вузькоколійного рухомого складу на різних ділянках колії. Підготовлено геометричні та масові характеристики рухомого складу, які необхідні для моделювання динаміки рухомого складу за розробленими математичними моделями.

В четвертому розділі також наведено результати виконання теоретичних досліджень з визначення показників динаміки та безпеки руху рухомого складу вузької колії та результати визначення раціональних параметрів буксового та центрального ступенів ресорного підвішування на прикладі пасажирського вагону. Вагон в дослідженнях розглядається під час руху інерційною пружно-в'язкою залізничною колією. Збуджуючими

нерівностями для вимушених коливань є вертикальні та горизонтальні нерівності рейкових ниток. Вагон в розрахунках розглядається у складі поїзду, що дозволяє дослідити просторові зусилля між вагонами при перехідних режимах руху.

Автором в результаті досліджень визначено раціональні параметри буксового та центрального ресорного підвішування із умов забезпечення необхідних показників динаміки, комфорту та безпеки руху для пасажирських вагонів вузької колії. Дані параметри рекомендовано для використання при виготовленні рухомого складу.

В **розділі 5** роботи автором наводяться результати техніко-економічного обґрунтування запропонованих конструкцій пасажирських та вантажних вагонів вузької колії. Автором визначено вартість життєвого циклу (LCC) вантажного та пасажирського вагонів вузької колії. При цьому вартість життєвого циклу визначається для вагона, що досліджуються у роботі, та вагона – аналога іншого виробника рухомого складу. Порівняння LCC вагона, що досліджується, та вагона аналога дозволяє оцінити порівняльну економічну ефективність, що і виконано в даній роботі. Вартість життєвого циклу вантажного вагона, конструкцію якого запропоновано автором і що досліджується, становить 941 тис. грн, що менше відповідного показника вагона-аналога на 129 тис. грн, або на 12%.

Вартість життєвого циклу пасажирського вагона вузької колії, що досліджується, становить 7453 тис. грн, що менше відповідного показника вагона-аналога на 6739 тис. грн, або на 47,5%.

В результаті виконаних розрахунків визначено, що термін окупності для пасажирських вагонів складе 7,8 року, а для вантажних 5,4. Крім того відзначається, що досягається також соціальний ефект, який виявляється у створенні нових робочих місць в машинобудівній галузі та на залізничному транспорті.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у виробництво на машинобудівних підприємствах та у інжинірингових компаніях, а також у

навчальний процес та у наукові дослідження, про що свідчать відповідні акти впровадження, які наведено у додатках.

Висновки дисертації відповідають меті та задачам, які поставлено в дисертаційній роботі.

Список використаних джерел містить 305 найменувань, які відносяться до напрямку дослідження.

Додатки містять матеріали, які доповнюють результати дослідження та ілюструють певні етапи проведення досліджень.

Зміст дисертації, результати та висновки, основні її положення достатньо повно відображено у авторефераті. Зміст автореферату та зміст дисертації є ідентичними.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційної роботи

Представлена дисертаційна робота характеризується наявністю певних недоліків та дискусійних положень, а саме:

1. В **розділі 1** автор дає розгорнутий аналіз сучасного стану вузькоколійних залізниць в Україні та за кордоном, і пропонує варіанти розвитку мережі вітчизняних залізниць вузької колії, але не наводить вартісні показники такого розвитку, що обмежує сприйняття перспектив удосконалення мережі таких залізниць.

2. В **розділі 2** роботи автором наведено математичні моделі просторових коливань пасажирських та вантажних вагонів вузької колії у складі поїзду, але не роз'яснює, яким чином можуть бути досліджені тягово-енергетичні характеристики тягового та самохідного рухомого складу вузької колії.

3. В **розділі 2** автором розглядається модель взаємодії колеса та рейки з урахуванням геометрії поверхонь контактуючих тіл, але не коментується можливість дослідження різних профілей кочення колеса при взаємодії з головкою рейки при альбомних розмірах колеса та рейки і при зношених.

4. В **розділі 4** роботи проводяться результати теоретичних досліджень динамічних та ходових якостей рухомого складу вузької колії на прикладі пасажирського вагону, але не наводяться результати дослідження міцнісних якостей основних несучих конструкцій рухомого складу вузької колії та його складових елементів.

5. В **розділі 5** приводиться техніко-економічне обґрунтування запропонованих технічних рішень, але не дається обґрунтована економічна оцінка запропонованих в роботі параметрів ресорного підвішування.

Незважаючи на вказані недоліки дисертація має достатні науковий рівень та практичне значення й демонструє високу наукову кваліфікацію Мямліна Сергія Сергійовича.

Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

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

Дисертація Мямліна Сергія Сергійовича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій самостійно отримані нові науково обґрунтовані результати, які дозволяють вирішити актуальне наукове завдання з удосконалення конструкцій рухомого складу для перевезення вантажів і пасажирів залізницями вузької колії, 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 напряму 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: «Удосконалення конструкцій рухомого складу вузької колії» 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 Мямлін Сергій Сергійович 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

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Підпис: О.В. Фоміна
Засвідчує: ст.інсп. ВК Н.О. Конєва

Відгук надійшов до спец. вченої ради Д 64.820.04 21 квітня 2021р.
В.о. вченого секретаря спец. вченої ради Д 64.820.04