

ВІДГУК ОФЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Сафронова Олександра Михайловича
«Розвиток методології досліджень характеристик та ефективності гальмівних
систем пасажирських та вантажних вагонів»,
представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга поїздів

1. Загальний аналіз дисертації

Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Основний текст дисертації викладено на 302 сторінках, в тому числі 111 таблиць, 185 рисунків, список використаних джерел складає 204 найменування, 2 додатки на 16 сторінках.

Дисертація та реферат написані українською мовою. Обсяг реферату містить 32 сторінки.

Дисертація виконана в Державному підприємстві «Український науково-дослідний інститут вагонобудування» (ДП «УкрНДІВ») і Національному транспортному університеті.

Основні наукові результати дисертації висвітлені у двадцяти публікаціях і двадцяти тезах доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок викладення та оформлення матеріалу у дисертації та рефераті дисертації відповідає чинним вимогам.

2. Актуальність теми дисертації

Розвиток гальмівних систем є важливим напрямком у вдосконаленні залізничного транспорту, оскільки вони безпосередньо впливають на безпеку, ефективність та довговічність рухомого складу. Дослідження в цій сфері, сприяють створенню більш надійного, економічного та екологічного залізничного транспорту, оскільки гальмівна система є основним елементом, що

забезпечує контрольоване зниження швидкості та зупинку рухомого складу. Недостатня ефективність гальмування може призвести до аварійних ситуацій, особливо під час руху на великих швидкостях або в складних умовах. Більше того, гальмівні колодки, диски, циліндри та інші компоненти гальмівної системи зазнають значних навантажень, що впливає на їх ефективну експлуатацію. Тому роботи, пов'язані з удосконаленням методів розрахункових та експериментальних досліджень гальмівної ефективності, є актуальними та сприятимуть вдосконаленню гальмівних систем рухомого складу залізниць, підвищенню стабільності процесу гальмування, а також створенню рухомого складу та гальмівного обладнання з покращеними техніко-економічними показниками.

Актуальність теми дисертації обумовлена також вимогами Законом України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні»; Транспортною стратегією України на період до 2030 року, схвалену розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р; Стратегією розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року схвалену розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1555-р., а також виконанням науково-дослідних робіт у яких здобувач є співвиконавцем та автором звітів за темами: «Науково-експериментальні дослідження технічних характеристик напіввагона моделі 12-7023 на візках моделі 18-7020 на відповідність критеріям інноваційності, визначених технічною радою Укрзалізниці від 30.09.2015 р.» (0220U101984), «Науково-експериментальні дослідження технічних характеристик вагона платформи для великотоннажних контейнерів» (0219U101385), «Науково-експериментальні дослідження технічних характеристик вагонів метрополітену моделей 81-7036, 817037. Визначення гальмівних характеристик» (0212U005369), «Науково-експериментальні дослідження технічних характеристик міжрегіонального поїзда локомотивної тяги (МПЛТ). Гальмівні випробування» (0212U005360).

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота Сафронова О. М. базується на останніх досягненнях у галузі гальмівних систем для рухомого складу залізниць, а її основні положення — на методах і наукових підходах, які впроваджувались і апробовані провідними вченими та фахівцями в залізничній галузі. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи обумовлена коректною постановкою її задач, застосуванням сучасних методів проєктування і розрахунку транспортних засобів, а також повнотою опрацьованої інформаційної бази. Використання сучасних методів математичного моделювання та експериментальних робіт дозволило автору отримати достатньо обґрунтовані результати проведених досліджень.

4. Достовірність і наукова новизна результатів роботи

Достовірність отриманих в дисертації результатів (наукових положень, висновків і рекомендацій) підтверджена погодженістю результатів розрахункових досліджень з результатами проведених експериментальних випробувань та отриманими результатами комп'ютерного та математичного моделювання гальмівного процесу вагонів.

Основні положення та результати дисертаційної роботи представлені та обговорені на 20 міжнародних науково-технічних конференціях.

Наукова новизна результатів, які отримані в дисертації, полягає в тому, що вперше розроблено та запропоновано:

- метод статистичного оцінювання коефіцієнтів тертя гальмівної колодки за результатами випробувань на інерційних стендах, який на відміну від існуючих дає можливість проводити розширений аналіз фрикційних властивостей гальмівних колодок та враховувати імовірність потрапляння миттєвого значення коефіцієнта тертя в допустимі інтервали та імовірність пошкодження колісних пар через перевищення допустимих значень коефіцієнтів тертя;

- методологію теоретичних досліджень гальмівної ефективності, яка значно розширює кількість параметрів для обчислення гальмівного процесу, що на відміну від існуючих дозволяє виконати поглиблений аналіз гальмівної ефективності сучасних та перспективних гальмівних систем вагонів.

Удосконалені:

- математичні моделі гальмівного процесу вантажних вагонів з композиційними та з чавунними гальмівними колодками, шляхом врахування таких основних характеристик гальмівного процесу як функціональні залежності зміни відносної сили гальмівного натиснення, що дозволяє врахувати особливості зміни гальмівного коефіцієнту під час гальмування;
- математичні моделі гальмівного процесу пасажирських вагонів з композиційними та з чавунними гальмівними колодками та дисковим гальмом шляхом врахування таких основних характеристик гальмівного процесу як функціональні залежності зміни відносної сили гальмівного натиснення, що дозволяє врахувати особливості зміни гальмівного коефіцієнту та питомої гальмівної сили під часу гальмування;

Набули подальшого розвитку:

- метод експериментального дослідження гальмівних характеристик під час ходових гальмівних випробувань, шляхом вдосконалення технології проведення експериментальних досліджень та удосконалення апаратно-програмного вимірювального комплексу.

5. Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих працях

Результати дисертаційних досліджень в повному об'ємі викладено в двадцяти наукових працях в яких відображено основні результати дисертації і тридцяти чотирьох наукових працях, які додатково відображують результати досліджень. Основні результати роботи пройшли обговорення на конференціях,

що відображено в тезах доповідей на науково-практичних конференціях. Всі вони зазначені в дисертації та рефераті.

Реферат має ідентичний зміст з текстом дисертації і в достатній мірі відображає її основні положення.

Практичне впровадження результатів роботи на виробництві підтверджується відповідними актами, які наведені в додатках до дисертаційної роботи.

6. Оцінка змісту дисертації та реферату

В анотаціях, поданих українською та англійською мовами, наведено загальну характеристику дисертаційної роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність та необхідність проведених досліджень, сформульовано задачі дисертаційної роботи, представлено відповідність роботи державним цільовим програмам та науково-дослідній тематиці, наведено методи дослідження, за якими було отримано результати. Визначено наукову та практичну новизну одержаних результатів, особистий внесок здобувача в опублікованих працях за темою дисертації, написаних у співавторстві, а також представлено апробацію результатів і публікацій за темою дисертації.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено огляду наукових публікацій за темою та внеску провідних учених галузі в розвиток теоретичних основ і проєктування гальмівних систем та приладів. Здобувачем виконано аналіз існуючих гальмівних систем, які застосовуються в пасажирських та вантажних вагонах. Крім того, проаналізовано наукові підходи до теоретичних й експериментальних методів дослідження ефективності гальмівних систем рухомого складу залізниць. Аналіз огляду літературних джерел визначив недоліки існуючих підходів оцінки гальмівної ефективності, що дають лише наближені характеристики роботи гальмівних пристроїв і перспективи щодо подальшої необхідності оцінки гальмівної ефективності рухомого складу за більш широким переліком показників.

Другий розділ дисертації присвячено дослідженню факторів, які безпосередньо впливають на гальмівну ефективність рухомого складу. Проаналізовано фактори, що мають вплив на величини дійсної сили натиснення колодок на колеса, особливості реалізації тиску в гальмівних циліндрах, а також вплив коефіцієнта тертя гальмівної колодки. Проведено дослідження температурного впливу на коефіцієнт тертя за різних значень сили притиснення колодки до колеса, визначено відповідні розрахункові залежності фактичних коефіцієнтів тертя. Крім того, здійснено розрахунково-експериментальні дослідження з визначення температури нагрівання колеса за результатами ходових випробувань. Дослідження проводилися на основі експериментальних даних отриманих як у стаціонарних умовах під час стендових випробувань, так і під час натурних експериментів із залізничною технікою в умовах як стаціонарної, так і експлуатаційної дії. За результатами досліджень автором запропоновано метод статистичного оцінювання коефіцієнтів тертя на основі математичної статистики, який дозволяє здійснювати розширений аналіз фрикційних властивостей гальмівних колодок. Отримані експериментальні результати стали підґрунтям для подальшого математичного та комп'ютерного моделювання.

Третій розділ присвячено математичному та комп'ютерному моделюванню процесів гальмування вантажного вагона, які базуються на класичному диференційному рівнянні руху вагона під час гальмування. На основі досліджень, проведених у другому розділі, встановлено функціональні залежності між параметрами. Із використанням сучасного математичного апарату розроблено блок-схеми розв'язання диференційного рівняння, визначення фактичного значення розрахункового гальмівного коефіцієнта та поточного значення гальмівної сили. Для реалізації комп'ютерного моделювання автор скористався мовою VBA (Visual Basic for application) в середовищі Excel, що спрощує сприйняття і не потребує спеціальної підготовки для користувача. Запропонована методологія та алгоритми розрахунку дають змогу виконувати варіативні обчислення та проводити додаткові дослідження

динаміки зміни параметрів гальмування, що становлять інтерес для інженерів і дослідників. У результаті досліджень, проведених у цьому розділі, вдосконалено математичні моделі гальмівного процесу вантажних вагонів.

Четвертий розділ присвячено дослідженням з математичного та комп'ютерного моделювання процесів гальмування пасажирських вагонів як з колодковими (композиційними або чавунними гальмівними колодками), так і вагонів, обладнаних дисковими гальмами. Аналогічно до третього розділу, за основу математичного моделювання автором прийнято диференційне рівняння, що описує гальмування вагона як єдиної маси. Для реалізації комп'ютерного моделювання, як і в третьому розділі, використано мову VBA (Visual Basic for application) у середовищі Excel. У розділі наведено алгоритми розрахункових досліджень пасажирських вагонів, обладнаних композиційними й чавунними гальмівними колодками, змішаними колодками (композиційними та чавунними), а також дисковими гальмами. У результаті досліджень, проведених у цьому розділі, вдосконалено математичні моделі гальмівного процесу пасажирських вагонів.

П'ятий розділ присвячено вдосконаленню методології експериментальних досліджень гальмівних систем, оскільки найбільш повну та достовірну інформацію про технічні характеристики та гальмівні властивості вагонів на сьогодні можна отримати лише експериментальним шляхом у процесі випробувань натурних зразків. За участю автора було автоматизовано й удосконалено технологічні процеси проведення випробувань, а також упроваджено апаратно-програмний комплекс, що дає змогу істотно скоротити тривалість і підвищити точність експериментальних досліджень.

Шостий розділ присвячено апробації та практичному застосуванню методів моделювання, запропонованих автором. Розкрито практичні аспекти впровадження розроблених методів на прикладі реальних дослідних зразків.

Виконано порівняння отриманих результатів з експериментальними даними, а також продемонстровано функціональні можливості програмного комплексу для аналізу та верифікації результатів розрахунків відповідно до

вимог різних нормативних документів — як європейських, так і тих, що діють у міждержавному просторі з шириною колії 1520 мм. Наведено оцінку економічного ефекту від упровадження результатів дослідження.

Висновки дисертації відповідають меті та задачам дослідження, що поставлені у роботі.

7. Відсутність у дисертації та наукових працях, які розкривають її результати, академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації

Порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації) в дисертації, рефераті та наукових працях, в яких висвітлені наукові результати дисертаційного дослідження Сафронова Олександра Михайловича, не виявлено. Крім того, усі наукові статті автора пройшли обов'язкову перевірку на відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації відповідними рецензентами, редколегіями, вченою радою.

8. Зауваження та дискусійні положення

У цілому, позитивно оцінюючи наукове та практичне значення отриманих результатів, слід зробити деякі зауваження та зазначити дискусійні положення щодо змісту дисертаційної роботи та реферату.

1. У дисертаційній роботі зазначено, що результати впроваджені на провідних підприємствах галузі, але відсутні конкретні дані про ефективність цих впроваджень, зокрема — наскільки зменшилися витрати або покращилися показники безпеки після впровадження.

2. Робота не враховує інші типи рухомого складу (наприклад, спеціальні або високошвидкісні поїзди), а зосереджена на гальмівних системах пасажирських та вантажних вагонів, що звужує можливість практичного застосування запропонованих в дисертації математичних та комп'ютерних моделей.

3. У розділі 2 п. 2.3.3 під час дослідження впливу температури на коефіцієнт тертя, що проводилися на стендах, залишилося не розкритим

питання, як ці результати враховують реальні умови експлуатації (наприклад, вологий або забруднений поверхневий шар).

4. У розділах 2, 3, 4 використано методи математичної статистики, проте потребує уточнення, які саме статистичні критерії було використано для оцінки достовірності отриманих результатів.

5. У розділах 3 та 4 під час реалізації алгоритмів розв'язання математичних моделей використовується програмна мова VBA (Visual Basic for application) у середовищі Excel для комп'ютерного моделювання, що може створювати обмеження у порівнянні з сучасними спеціалізованими програмами та мовами програмування. Робота виглядала б переконливішою, якби було застосовано більш сучасні мови програмування.

6. У 6 розділі п 6.4.1. під час проведення аналізу доцільно було б, порівнюючи результати, отримані за європейськими підходами, навести аналіз переваг і недоліків методів розрахунку, що застосовуються в різних країнах.

Відмічені зауваження та побажання не знижують загальну позитивну наукову і практичну цінність дисертаційної роботи Сафронова О. М., яка виконана на достатньому кваліфікованому науковому та практичному рівнях.

9. Загальна оцінка дисертації

Аналіз змісту дисертації, реферату, а також публікацій здобувача за темою роботи дає підстави для формулювання таких висновків щодо суті дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота Сафронова О. М. є завершеною кваліфікаційною науковою працею. У дисертації отримано нові, раніше не захищені, науково обґрунтовані результати, що мають суттєве теоретичне та практичне значення і в сукупності вирішують поставлені в роботі задачі з розвитку методології дослідження характеристик та ефективності гальмівних систем.

Тема дисертаційного дослідження є актуальною та відповідає сучасним потребам галузі. Результати роботи прийнято до впровадження на ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», ТОВ «ДМЗ Карпати»,

ДП «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»,
АТ «Дніпровський завод з ремонту та будівництва пасажирських вагонів».

Результати дослідження з необхідною повнотою висвітлено у публікаціях у фахових виданнях і пройшли належну апробацію на наукових конференціях та семінарах.

Актуальність теми дослідження, достатній науковий рівень опрацювання та висока практична цінність отриманих результатів свідчать про те, що дисертаційна робота «Розвиток методології досліджень характеристик та ефективності гальмівних систем пасажирських та вантажних вагонів», відповідає вимогам п.п. 6, 7, 8, 9 чинного Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 (зі змінами), а її автор Сафронів Олександр Михайлович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Офіційний опонент,
професор кафедри інженерії
вагонів та якості продукції
Українського державного університету
залізничного транспорту,
доктор технічних наук, професор



Особистий підпис
засвідчую 25.08 2025 р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

В.Г. Равлюк
ІГО Членюрок

В. Г. Равлюк