

РЕЦЕНЗІЯ

заступника директора Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету,

доктора технічних наук, професора

Горобченка Олександра Миколайовича

на дисертаційну роботу Козинки Олександра Сергійовича

на тему «Збільшення строку служби складових вантажних вагонів

застосуванням мультифункціональних покриттів», яка представлена на

здобуття ступеня доктора філософії у галузі 27 «Транспорт» за спеціальністю

273 «Залізничний транспорт»

Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

В рамках забезпечення ефективності та якості перевезень вантажів залізничним транспортом впроваджено Національну транспортну стратегію України на період до 2030 року, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 року № 430. Цим документом передбачено не тільки оновлення рухомого складу залізничного транспорту, а і модернізація існуючого для забезпечення відповідності його показників сучасним вимогам нормативних документів.

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена сучасними тенденціями розвитку залізничного транспорту та необхідністю підвищення ефективності експлуатації вантажного рухомого складу. В умовах значного фізичного зношення вагонного парку, підвищення інтенсивності перевезень та збільшення динамічних навантажень особливо важливим є забезпечення надійності й довговічності несучих елементів вантажних вагонів. Однією з основних причин передчасного виходу з ладу конструктивних складових є комплексний вплив корозійних процесів, вібрацій та втомних напружень, що потребує впровадження нових інженерних металоконструкцій.



У дисертаційній роботі запропоновано сучасний підхід до підвищення строку служби складових вантажних вагонів шляхом використання мультифункціональних покриттів, які поєднують антикорозійні, антивібраційні та зміцнювальні властивості. Застосування таких покриттів дозволяє комплексно впливати на технічний стан конструкцій, знижувати рівень експлуатаційних пошкоджень та підвищувати ресурс вагонів. У зв'язку з цим тематика дисертації є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору.

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводились дисертантом в рамках науково-дослідних робіт: «Зменшення аварійності рухомого складу залізниць створенням нових систем оцінки їх технічного стану» (№ ДР 0123U101280). «Наукові основи створення несівних складових вантажних вагонів з композитів» (№ ДР 0122U000676), що можуть бути використані для формування положень Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, схваленої 25 розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.03.2018 № 430-р. ст. 3 закону України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 № 74/94-ВР

Враховуючи вищевикладене, тема дисертаційної роботи «Збільшення строку служби складових вантажних вагонів застосуванням мультифункціональних покриттів» є важливою та актуальною для галузі залізничного транспорту та економіки країни в цілому.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій

Відповідно до теми дисертації опубліковано 16 наукових праць в українських виданнях, які входять до затвердженого МОН України переліку наукових фахових видань, 1 наукова праця у фахових закордонних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз у числі н/м базі Scopus, 1 додаткова наукова праця у науковому фаховому виданні України, 9 – в матеріалах конференцій, з яких 2 – за кордоном, 6 патентів України на корисну модель.

Для проведення досліджень були застосовані достовірні методи системного, статистичного та структурного аналізу, метод скінченних елементів із використанням програмного комплексу SolidWorks, методи неруйнівного контролю, методи вимірювання напружень в конструкції з застосуванням тензорезисторів (тензометрія), методи прогнозування ресурсу. При використанні цих методів були застосовані стандартизовані методики та ліцензійне програмне забезпечення.

В дисертаційній роботі виконано наступні дослідження згідно поставлених завдань:

У першому розділі проведено аналіз науково-технічної літератури та сучасного стану досліджень у сфері підвищення строку служби складових вантажних вагонів. Розглянуто фактори, що впливають на довговічність несучих елементів конструкцій, проаналізовано вплив корозійних процесів, вібраційних навантажень і втомного руйнування. Також виконано аналіз існуючих захисних матеріалів, покриттів та систем контролю технічного стану вантажних вагонів.

У другому розділі наведено теоретичні основи застосування мультифункціональних покриттів для підвищення ресурсу складових вантажних вагонів. Автором розроблено класифікацію існуючих типів покриттів за їх функціональними властивостями, умовами експлуатації та ефективністю застосування. Запропоновано інноваційні концептуальні рішення щодо використання сучасних полімерних та еластомерних матеріалів для захисту несучих конструкцій вагонів.

У третьому розділі виконано конструктивні та математичні дослідження ефективності використання мультифункціональних покриттів. Розроблено математичну модель цільової функції підвищення ефективності захисту несучих елементів вантажних вагонів. Проведено аналіз вібраційних процесів та досліджено їх вплив на напружено-деформований стан конструкцій вагонів.

У четвертому розділі проведено комп'ютерне моделювання та експериментальні дослідження впливу мультифункціональних покриттів на технічний стан складових вантажних вагонів. Виконано FEM-моделювання

напружено-деформованого стану елементів кузова з урахуванням захисних покриттів, досліджено власні коливання конструкції та проведено гармонічний аналіз частотних характеристик. Отримані результати підтвердили ефективність запропонованих технічних рішень щодо зниження рівня напружень та підвищення довговічності конструкцій.

Висновки узагальнюють результати дисертаційного дослідження та містять посилання на впровадження і відповідають поставленим завданням.

Проведений аналіз інформаційних джерел (у т.ч. зарубіжних), наукових праць та положень, нормативних документів, теоретичні і практичні дослідження та висновки є обґрунтованими та достовірними. Результати теоретичних та експериментальних досліджень, які виносяться на захист, отримані автором самостійно або за його безпосередньої участі, що підтверджується відповідною довідкою в додатках роботи.

Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

Вперше:

- вперше обґрунтовано ефективність застосування мультифункціональних покриттів як засобу підвищення довговічності складових вантажних вагонів. Запропоновано концепцію комплексного використання покриттів, що поєднують функції підвищення конструктивної міцності, віброзахисту та антикорозійного захисту. Такий підхід формує новий напрям збільшення міжремонтних періодів і загального ресурсу вантажних вагонів, який є альтернативою традиційним способам зміцнення конструкцій;
- розроблено класифікаційний підхід до вибору мультифункціональних захисних покриттів для елементів вантажних вагонів, який базується на комплексному врахуванні умов експлуатації, конструктивних особливостей елементів, технічних, фізико-механічних та економічних показників. Запропонована система забезпечує обґрунтований вибір покриття з урахуванням прогнозованого строку служби та економічної доцільності його застосування, а

також містить матрицю відповідності між типом елемента, умовами експлуатації та рекомендованим видом покриття;

- запропоновано математичну модель цільової функції підвищення ефективності захисту несучих елементів вантажних вагонів мультифункціональними покриттями, яка враховує механічні, експлуатаційні та економічні чинники. Розроблена модель дозволяє обґрунтовано обирати покриття для конкретних умов експлуатації та забезпечує можливість автоматизації процесу прийняття інженерних рішень;

- встановлено закономірності впливу мультифункціональних покриттів на зниження рівня динамічних навантажень під час експлуатації вантажних вагонів та підвищення їх довговічності. Визначено механізми взаємодії покриттів із поверхнями деталей, що забезпечують зменшення концентрації напружень, інтенсивності зношування та підвищення втомної міцності конструктивних елементів.

Удосконалено:

- комплекс засобів контролю технічного стану рухомого складу шляхом впровадження підходів до виявлення прихованих дефектів у складових вантажних вагонів із мультифункціональними покриттями, що сприяє підвищенню безпеки їх експлуатації;

- розрахункові моделі вантажних вагонів завдяки створенню тривимірних геометричних моделей, які забезпечують дослідження статичних і динамічних процесів у захищених покриттями елементах конструкції з урахуванням реальних експлуатаційних навантажень, геометричних особливостей та властивостей матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено методику оцінювання ефективності використання мультифункціональних покриттів, яка враховує як витрати на їх нанесення, так і економічний ефект від зменшення обсягів ремонтних робіт та скорочення простоїв вагонів;

- підготовлено рекомендації щодо впровадження технологій захисту конструкцій на підприємствах вагонобудування та вагоноремонтної галузі;
- визначено раціональні технічні параметри та умови застосування інноваційних покриттів під час виготовлення та ремонту вантажних вагонів;
- розроблено практичні рекомендації щодо використання класифікаційного підходу до вибору захисних покриттів, які забезпечують максимальний рівень захисту за мінімальних витрат ресурсів;
- реалізовано комплексний підхід до оцінювання ефективності покриттів на основі поєднання чисельного моделювання та експериментальних досліджень, що підтвердило їх здатність зменшувати амплітуду коливань і локальні концентрації напружень;
- створено та апробовано методику експериментальних досліджень впливу мультифункціональних покриттів на експлуатаційні характеристики складових вантажних вагонів;
- отримано нові експериментальні результати, які підтверджують ефективність застосування покриттів для підвищення міцності конструкцій у найбільш навантажених зонах;
- сформовано рекомендації щодо вибору оптимальної товщини та складу мультифункціональних покриттів залежно від умов експлуатації;
- встановлено, що застосування комплексного підходу до захисту конструкцій дозволяє збільшити міжремонтний пробіг вантажних вагонів на 25–30 % та зменшити експлуатаційні витрати;
- розроблено способи контролю геометричних параметрів кузовів вантажних вагонів, захищені патентами України № 155763, № 155822, № 156269, № 156311, № 156328 та № 156720, які можуть бути використані під час створення нових або модернізації існуючих конструкцій вагонів;
- результати досліджень впроваджено та використовуються у діяльності філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця», ДП «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», а також у навчальному процесі

Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету.

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи

Основні положення дисертаційної роботи й результати дослідження опубліковано в 33 наукових працях. Відповідно до теми дисертації опубліковано 16 наукових праць в українських виданнях, які входять до затвердженого МОН України переліку наукових фахових видань, 1 наукова праця у фахових закордонних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз у числі н/м бази Scopus, 1 додаткова наукова праця – у науковому фаховому виданні України, 9 – в матеріалах конференцій, з яких 2 – за кордоном, 6 патентів України на корисну модель.

Основні результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали схвалення на науково-технічних конференціях:

- Чотирнадцята міжнародна науково-практична конференція студентів і молодих вчених імені Георгія Кірпи «Сучасні транспортні технології» // ЛП УДУНТ; Львів, 2022. С. 108-111;
- II Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти, викладачів та науковців «Сучасні дослідження: транспортна інфраструктура та інноваційні технології» 29-30 листопада 2023 р., Київ, С. 321-324;
- VII International Conference “In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction (DMDP 2023”) (18-20 October 2023, Ternopil);
- Proceedings of the 28th International Scientific Conference Transport Means 2024 (2-4 October 2024, Kaunas, Klaipėda);
- Міжнародна мультидисциплінарна науково-практична інтернет-конференція молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «Сучасна наука: інновації та перспективи» (6-7 квітня 2023 р., Київ);
- III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Виклики та перспективи розвитку транспортної інфраструктури України», (22 – 24 квітня, Київ, 2025 р.);

- XXVIII міжнародна науково-технічна конференція «Технологія-2025», (23 травня 2025 р. Київ);
- IV-а міжнародна науково-практична конференція «Транспорт: Наука та практика (22 травня 2025 р., Одеса);
- Тридцять п'ята Всеукраїнська конференція «Нові технології в машинобудуванні», (2–5 вересня 2025р., Харків).

У повному обсязі дисертація доповідалася та була схвалена на розширеному засіданні кафедри «Вагони та вагонне господарство» Національного транспортного університету.

Зауваження до дисертаційної роботи

Незаперечуючи актуальність дисертаційного дослідження, наукову новизну та практичне значення результатів, слід відзначити наступні зауваження дискусійного характеру:

1. У вступі (с. 25–28) доцільно було б навести кількісну статистику списання вантажних вагонів через корозійні та втомні пошкодження.
2. У розділі 1 (підрозділи 1.2–1.3, с. 38–44) наведено аналіз традиційних матеріалів та покриттів, проте недостатньо детально висвітлено результати порівняння із сучасними наноконпозиційними покриттями, які останніми роками набули поширення у транспортному машинобудуванні.
3. У дисертаційній роботі недостатньо уваги приділено аналізу впливу пошкоджень покриття внаслідок локальних механічних ударів під час навантажувально-розвантажувальних операцій.
4. У підрозділі 3.2 (с. 152–158) вплив вібрацій розглянуто переважно для напіввагонів, тоді як для інших типів вагонів аналіз менш деталізований.
5. У підрозділі 4.1 (с. 161–178) доцільно було б навести результати порівняння кількох різновидів рідкої гуми на основі поліуретану.
6. У роботі заявлено комплексний вплив мультифункціональних покриттів на міцність, вібростійкість та корозійну стійкість (с. 2–4, 135–151),

проте внесок кожного механізму у загальне збільшення строку служби визначено недостатньо чітко.

Наведені недоліки та зауваження до дисертаційної роботи Козинки О. С. носять дискусійний характер, не ставлять під сумнів наукової новизни, значимості та актуальності і не впливають на основні результати роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Козинки Олександра Сергійовича на тему «Збільшення строку служби складових вантажних вагонів застосуванням мультифункціональних покриттів» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-технічне завдання щодо підвищення довговічності, надійності та експлуатаційної ефективності складових вантажних вагонів.

У роботі автором проведено комплексні теоретичні, конструктивні, математичні та експериментальні дослідження, спрямовані на обґрунтування доцільності використання мультифункціональних покриттів для захисту несучих елементів вагонів від корозійного, вібраційного та втомного руйнування. Отримані результати характеризуються науковою новизною, достатнім рівнем обґрунтованості та практичною значущістю.

Автором запропоновано підходи до класифікації та вибору мультифункціональних покриттів, розроблено математичні моделі оцінки їх ефективності, а також виконано комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану конструкцій вантажних вагонів. Результати досліджень підтверджують можливість зниження рівня напружень, підвищення вібростійкості та збільшення строку служби конструктивних елементів вагонів.

Практична цінність роботи полягає у можливості впровадження запропонованих технічних рішень на вагонобудівних і вагоноремонтних підприємствах, що дозволить знизити витрати на ремонт та технічне обслуговування рухомого складу, підвищити безпеку експлуатації та ефективність використання вантажних вагонів.

Враховуючи важливість отриманих результатів наукових досліджень, актуальність вирішених завдань, теоретично та експериментально обґрунтованих наукових положень, отриманих з використанням сучасних методів та засобів досліджень, практичного впровадження результатів та підтвердженої значимості, дисертаційна робота на тему «Збільшення строку служби складових вантажних вагонів застосуванням мультифункціональних покриттів» та представлені до розгляду публікації в повному обсязі задовольняють вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами, внесеними Постановою КМУ №341 від 21.03.2022 р.) та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40, а її автор, Козинка Олександр Сергійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі 27 «Транспорт» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

Заступник директора

Навчально-наукового Київського

інституту залізничного транспорту

Національного транспортного університету,

професор,

доктор технічних наук



Олександр ГОРОБЧЕНКО

