

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

професора управління та експлуатація рухомого складу
Українського державного університету науки і технологій,
доктора технічних наук, професора

Мурадяна Леонтія Абрамовича,

на дисертаційну роботу Козинки Олександра Сергійовича на тему
«Збільшення строку служби складових вантажних вагонів застосуванням
мультифункціональних покриттів», що представлено на здобуття ступеня
доктора філософії з галузі знань

27 «Транспорт» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт»

Ступінь актуальності обраної теми та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Тема дисертаційної роботи Козинки Олександра Сергійовича «Збільшення строку служби складових вантажних вагонів застосуванням мультифункціональних покриттів» є безумовно актуальною, своєчасною та має важливе наукове і практичне значення для розвитку залізничного транспорту України.

На сучасному етапі функціонування залізничної галузі особливо гостро постає проблема забезпечення надійності та довговічності вантажного рухомого складу. Значна частина вагонного парку України експлуатується понад нормативні строки, що супроводжується інтенсивним зношуванням несучих елементів конструкцій, збільшенням витрат на ремонт та технічне обслуговування, а також підвищенням ризику виникнення аварійних ситуацій. У процесі експлуатації складові вантажних вагонів піддаються комплексному впливу динамічних навантажень, вібрацій, корозійно-механічного зношування, температурних коливань та агресивних зовнішніх факторів. Це призводить до утворення тріщин, локальних пошкоджень та поступового зниження міцності конструкцій.

У зв'язку з цим пошук сучасних технічних рішень, спрямованих на продовження строку служби вантажних вагонів, є одним із пріоритетних



напрямів розвитку транспортного машинобудування. Особливу зацікавленість викликає використання мультифункціональних покриттів, які одночасно забезпечують антикорозійний захист, зниження вібраційних навантажень та підвищення конструктивної міцності елементів вагонів. Саме комплексний характер дії таких покриттів створює передумови для суттєвого збільшення ресурсу рухомого складу та підвищення ефективності його експлуатації.

Актуальність дисертаційної роботи відповідає виконанню робіт згідно статті 4 Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», а також відповідно до діючих Державних програм і концепцій: наказ Міністерства інфраструктури України від 30.11.2021 №647 «Порядок проведення комплексу діагностичних, ремонтних та реєстраційних операцій, спрямованих на продовження строку експлуатації вантажних вагонів, установленого виробником, строків продовження експлуатації таких вагонів»; Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 року № 430-р.; Стратегія акціонерного товариства «Українська залізниця» на 2019-2023 роки, яку погоджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 червня 2019 року № 591-р.; програма підвищення безпеки руху на залізницях України, яку затверджено наказом Укрзалізниці № 547-Ц від 15 жовтня 2001 року. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводились дисертантом в рамках науково-дослідних робіт: «Зменшення аварійності рухомого складу залізниць створенням нових систем оцінки їх технічного стану» (держ. реєстр. № ДР 0123U101280), «Наукові основи створення несівних складових вантажних вагонів з композитів» (держ. реєстр. № ДР 0122U000676).

Результати дослідження спрямовані на зменшення експлуатаційних витрат, підвищення екологічності транспортних процесів та зниження матеріаломісткості ремонтних робіт. Таким чином, обрана автором тема дисертаційного дослідження є актуальною як у науковому, так і в практичному аспектах, а поставлені у роботі завдання відповідають сучасним потребам розвитку залізничного транспорту та вагонобудівної галузі України.

Аналіз структури та змісту дисертації

Дисертаційна робота Козинки О.С. включає в себе: анотацію, вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. 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 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.

У вступі відображено мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, положення наукової новизни, практичне застосування результатів та відомості щодо апробаційного характеру.

У першому розділі дисертаційної роботи автором проведено аналіз сучасного стану проблеми підвищення строку служби складових вантажних вагонів. Розглянуто основні фактори, що впливають на довговічність несучих елементів конструкцій, зокрема динамічні навантаження, корозійно-механічне зношування, вібраційні процеси та експлуатаційні умови роботи вагонів. Особливу увагу приділено питанням моніторингу технічного стану несучих елементів вантажних вагонів та можливостям удосконалення систем контролю при використанні мультифункціональних покриттів. За результатами аналізу сформульовано основні завдання дослідження, що логічно впливають із поставленої мети роботи.

Другий розділ присвячено теоретичним основам збільшення строку служби складових вантажних вагонів шляхом використання мультифункціональних покриттів. Козинкою О.С. запропоновано класифікацію існуючих покриттів за їх функціональними властивостями, умовами застосування та ефективністю. Важливим науковим результатом є узагальнення характеристик полімерних, еластомерних та композиційних матеріалів, які

можуть бути використані для захисту елементів вагонних конструкцій. У розділі розглянуто інноваційні концептуальні рішення щодо підвищення довговічності кузовів напіввагонів та інших складових рухомого складу. Матеріал викладено логічно та послідовно. Теоретичні положення достатньо аргументовані та підтверджуються сучасними науковими дослідженнями. Отримані результати мають практичне значення для подальшого розвитку технологій захисту конструкцій вантажних вагонів.

У третьому розділі автором виконано конструктивні дослідження щодо збільшення строку служби складових вантажних вагонів із застосуванням мультифункціональних покриттів. Особливу увагу приділено математичному формулюванню цільової функції підвищення ефективності захисту несучих елементів вагонів. Наведені в розділі математичні залежності та розрахункові моделі дозволяють обґрунтувати доцільність використання мультифункціональних покриттів для зменшення рівня напружень і підвищення довговічності металоконструкцій.

Четвертий розділ присвячено симуляційному та експериментальному дослідженню впливу мультифункціональних покриттів на збільшення строку служби складових вантажних вагонів. Особливу цінність мають результати експериментальних досліджень, які підтверджують ефективність використання полімерних та еластомерних матеріалів для зменшення вібраційних навантажень і підвищення корозійної стійкості елементів конструкції. У розділі також наведено результати гармонічного аналізу частотних характеристик кузова напіввагона, що дозволяє оцінити вплив мультифункціональних покриттів на власні коливання конструкції та її експлуатаційну надійність.

Висновки відображають основні результати досліджень, відповідають поставленим завданням та меті роботи, і містять посилання на впровадження результатів дисертаційного дослідження.

У додатках наведені розроблені за безпосередньої участі автора документи, які підтверджують впровадження та значимість роботи.

Структура та зміст дисертаційної роботи Козинки О.С. відповідає всім вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 та викладена в повній мірі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Для виконання дисертаційного дослідження застосовано перевірені та надійні методи й засоби. У роботі використано методи системного, статистичного та структурного аналізу, метод скінченних елементів, методи неруйнівного контролю, тензометричні методи вимірювання напружень, а також методи прогнозування ресурсу. Засоби акредитованої випробувальної лабораторії мають підтвердження відповідності, а використане програмне забезпечення є ліцензованим.

Для проведення теоретичних та експериментальних досліджень використані відомі теорії та гіпотези, а також сучасні нормативні документи.

З аналізу методів та моделей, які використовує автор для вирішення поставленого завдання, можна зробити висновок, що одержані і представлені в дисертації висновки в достатній мірі обґрунтовані й достовірні.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

Вперше:

- обґрунтовано доцільність застосування мультифункціональних покриттів для підвищення довговічності складових вантажних вагонів. Запропоновано концепцію їх комплексного впливу, що забезпечує одночасне підвищення конструктивної міцності, антивібраційних та антикорозійних властивостей. На відміну від традиційних методів зміцнення конструкцій, запропонований підхід спрямований на збільшення міжремонтних термінів і загального строку служби вагонів;

- запропоновано математичну модель цільової функції підвищення ефективності захисту несучих елементів вантажних вагонів за допомогою мультифункціональних покриттів, яка базується на багатопараметричній

оптимізації з урахуванням механічних, експлуатаційних та економічних чинників. Модель забезпечує обґрунтований вибір покриттів відповідно до умов експлуатації, характеристик вантажу, матеріалів конструкції та рівня динамічних навантажень, а також створює передумови для автоматизації процесу прийняття інженерних рішень;

- розроблено та обґрунтовано класифікаційний підхід до вибору мультифункціональних захисних покриттів для елементів вантажних вагонів, що ґрунтується на комплексній оцінці технічних, фізико-механічних та економічних показників. Підхід враховує особливості конструктивних елементів і умови їх експлуатації, містить матрицю відповідності «елемент конструкції – умови експлуатації – рекомендоване покриття» та спрощує вибір оптимального технічного рішення;

- встановлено механізми впливу мультифункціональних покриттів на зниження динамічних навантажень під час експлуатації вантажних вагонів та підвищення їх довговічності. Виявлено закономірності взаємодії покриттів із поверхнями деталей, що забезпечують зменшення концентрації напружень і інтенсивності зношування за умов циклічного навантаження.

Удосконалено:

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

- систему розрахункових моделей вантажних вагонів завдяки створенню тривимірних геометричних моделей, які дають можливість досліджувати статичні та динамічні процеси в елементах напіввагонів, захищених мультифункціональними покриттями, під дією різних експлуатаційних навантажень. Запропоновані моделі враховують геометричні особливості конструкцій, характер реальних навантажень, фізико-механічні властивості сталей та комплексний вплив мультифункціональних покриттів.

Положення та рекомендації дисертаційної роботи прийняті до розгляду і впроваджені. На філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» (НДКТІ) АТ «Укрзалізниця»; державному підприємстві «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», а також використовуються в навчальному процесі Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету, що підтверджується відповідними документами (Додаток А, Додаток Б).

Були запропоновані способи контролю геометричних параметрів кузовів вантажних вагонів, які захищені державними патентами України та можуть бути використані при проектуванні вантажних вагонів нового покоління або модернізації існуючих (патенти України: № 155763, № 155822, № 156269, № 156311, № 156328, № 156720).

Наукова новизна дисертаційної роботи підтверджується результатами проведених теоретичних та експериментальних досліджень і полягає в отриманні нових науково обґрунтованих положень у сфері підвищення довговічності складових вантажних вагонів. Основні результати дисертації були апробовані, доповідалися та отримали позитивну оцінку на розширеному засіданні кафедри «Вагони та вагонне господарство» Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі, підтверджується коректним використанням відомих теоретичних положень, логічним представленням і доказовістю матеріалів роботи. З аналізу методів та підходів, які використовує автор для вирішення поставленого завдання, можна зробити висновок, що одержані і представлені в дисертації результати в достатній мірі обґрунтовані.

Відсутність порушень академічної доброчесності

У результаті аналізу дисертаційної роботи та наукових публікацій Козинки О.С. не виявлено фактів порушення принципів академічної

добросовісності, таких як плагіат, фабрикація, фальсифікація чи неправомірні текстові запозичення. Усі наукові положення та ідеї, викладені в дисертації, є авторськими розробками здобувача. Посилання на використані джерела оформлено відповідно до вимог чинного законодавства у сфері авторського права. Отже, можна зробити висновок, що дисертаційна робота виконана самостійно, а основні результати, винесені на захист, відображені в опублікованих працях автора.

Зауваження до дисертаційної роботи

В цілому дисертаційна робота Козинки О.С. заслуговує позитивної оцінки, проте слід звернути увагу на наступні зауваження:

1. У розділі 2 (с. 64–133) доцільно було б доповнити класифікацію покриттів інформацією щодо технологічної складності їх нанесення.
2. У розділі 3 відсутня оцінка впливу температурних коливань на демпфувальні властивості поліуретанових покриттів.
3. У дисертаційній роботі переважно розглянуто поліуретанові покриття, тоді як назва дисертації передбачає більш широкий спектр мультифункціональних покриттів.
4. У підрозділі 4.2 (с. 179–190) доцільно було б збільшити кількість експериментальних зразків для статистичного обґрунтування результатів.
5. Потребує уточнення критерій вибору оптимального складу покриття.
6. В роботі недостатньо розглянуті особливості застосування покриттів на елементах зі складною геометрією.
7. У роботі недостатньо детально наведено порівняльний аналіз сучасних світових досліджень щодо застосування мультифункціональних покриттів на залізничному рухомому складі.

Баžано було б ширше використати результати досліджень останніх років, опублікованих у міжнародних виданнях Scopus та Web of Science.

8. Заявлене збільшення строку служби окремих елементів конструкції на 20–30 % потребує більш детального статистичного підтвердження та оцінювання довірчих інтервалів отриманих результатів.
9. У дисертації відсутній достатньо детальний економічний аналіз життєвого циклу покриттів з урахуванням витрат на їх нанесення, експлуатацію та відновлення.
10. Не повністю розкрито вплив кліматичних факторів (температурних коливань, вологості, ультрафіолетового випромінювання) на довготривалу ефективність запропонованих покриттів.
11. У роботі використано моделювання напружено-деформованого стану конструкцій, однак результати валідації моделей на реальних експлуатаційних даних наведено недостатньо повно.
12. Термін «вперше встановлено механізм впливу покриття» потребує додаткового обґрунтування, оскільки окремі аспекти такого впливу вже розглядалися в попередніх міжнародних дослідженнях.
13. У деяких розділах роботи спостерігається надмірна описовість, тоді як результати кількісного аналізу могли б бути представлені більш компактно у вигляді таблиць та узагальнюючих залежностей.
14. По тексту присутні в незначній кількості помилки стилістичного характеру.

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

Загальний висновок

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального для залізничного транспорту науково-технічного завдання, що полягає у підвищенні міцності несних конструкцій вантажних вагонів шляхом застосування

мультифункціональних покриттів. З огляду на значну зношеність існуючого парку вантажних вагонів, забезпечення їх надійної експлуатації відповідно до сучасних стандартів є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки руху залізничного транспорту.

Отримані результати дослідження відзначаються науковою новизною, теоретичною і практичною обґрунтованістю, підтверджені експериментально та мають практичне впровадження. Враховуючи актуальність тематики, наукову цінність і достовірність результатів, а також відповідність оформлення та змісту вимогам пунктів 6–9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії...» (зі змінами, внесеними Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022 р.) та вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017, дисертаційна робота на тему «Збільшення строку служби складових вантажних вагонів застосуванням мультифункціональних покриттів» та подані до розгляду публікації повністю відповідають установленим вимогам.

Автор роботи, Козинка Олександр Сергійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

Професор кафедри
Управління та експлуатація рухомого складу
Українського державного університету
науки і технологій,
доктор технічних наук, професор

Леонтій МУРАДЯН

