

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію **МУСІЄНКА Сергія Миколайовича**
«Підвищення експлуатаційних якостей залізобетонних шпал
для нероздільних рейкових скріплень»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 273 Залізничний транспорт

Актуальність теми дисертації

З другої половини 20-го століття дерев'яні шпали на залізницях почали масово замінювати залізобетонними через зростання навантажень і низьку біостійкість деревини. Проте в Україні залізобетонні підрейкові основи мають обмежений ресурс. Шпали типу ШІ передчасно виходять із ладу через електрокорозію вузлів фіксації закладних болтів, а безпідкладкові шпали СБ-3 руйнуються через утворення тріщин.

Основна причина дефектів СБЗ – їхня конструктивна ідентичність шпалам ШІ. Для їх виготовлення адаптували старі форми, змінивши лише нахил підрейкової площадки. Вони мають однакове армування (44 дроти діаметром 3 мм) та клас бетону С32/40. Натомість у технологічно розвинених країнах використовують арматуру більшого діаметра з меншою кількістю стержнів та міцніші класи бетону.

Це вказує на наявність невивчених конструктивних і матеріалознавчих факторів, які впливають на витривалість безпідкладкових шпал. Виявлення цих чинників дозволить знизити пошкоджувальність колії та підвищити її експлуатаційний ресурс, що доводить актуальність дослідження.

Особливої актуальності дана тема набуває у зв'язку з впровадженням на мережі українських залізниць шпал для нових безпідкладкових скріплень західноєвропейського виробництва, збільшення полігону колії 1435 мм та суміщеної колії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Актуальність підкреслюється виконанням дисертаційного дослідження у рамках науково-дослідних робіт, що отримали державну реєстрацію (ДР): ДР№0122U002125 – «Теоретичні та експериментальні основи створення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих для захисту від електрокорозії і ремонту споруд залізничного транспорту», що виконувалась УкрДУЗТ у 2022–23 рр. за кошти державного бюджету України; ДР№0123U102700 – “Integrated rail freight optimisation in Ukraine: Railway sleepers, rolling stock and logistics”, що виконувалась УкрДУЗТ за кошти UK–Ukraine R&I twinning grants scheme, project 11150 у 2023–24 рр.; ДР№0125U002307 – «Дослідження жорсткості й тріщиностійкості залізобетонних попередньо-напружених шпал з анкерованою стержневою арматурою та їх порівняння з характеристиками шпал, армованих високоміцним

дротом», що виконувалась УкрДУЗТ за господарчим договором з ТОВ «Гранпостач Україна» у 2025 р.; ДРН^о 0126U002127 «Теоретичні та експериментальні основи створення стійких до електричних і динамічних впливів бетонних виробів з композитною арматурою для будівництва та відновлення електрифікованих ділянок залізниць», що виконується УкрДУЗТ з 2026 р. за кошти державного бюджету України.

Оцінка змісту та завершеність дисертації

У вступній частині праці сформовано її розгорнуте наукове резюме. Автор аргументував доцільність вибору теми й визначив її місце у межах чинних наукових програм. Робота має чітку архітектуру: виділено об'єкт і предмет, поставлено мету та конкретні завдання. Окрему увагу приділено науковій новизні, верифікації (достовірності) отриманих даних, їхньому практичному застосуванню, а також рівню публікаційного висвітлення й апробації результатів.

У розділі 1 здійснено аналіз нормативних документів, наукових джерел і матеріалів обстежень залізобетонних попередньо напружених шпал. Визначено особливості їх конструкції та технології виготовлення, а також встановлено, що найбільш поширеними пошкодженнями шпал для безпідкладкових рейкових скріплень є тріщини у підрейковій зоні. Проаналізовано вплив струмів витоку на електрифікованих дільницях та сучасні підходи до підвищення тріщиностійкості й довговічності шпал.

У розділі 2 наведено методика досліджень, характеристики використаних матеріалів та описано експериментальні моделі. Розроблено методики дослідження впливу анкерування й розташування арматури, дисперсного армування, гранулометричного складу заповнювачів, а також дії струмів витоку та агресивних середовищ на міцність, жорсткість і тріщиностійкість залізобетонних шпал.

У розділі 3 подано результати експериментально-теоретичних досліджень. Встановлено, що струми витоку не спричиняють нейтралізації бетону, проте прискорюють проникнення хлоридів і розвиток корозії арматури. Доведено, що анкерування арматури саме по собі не підвищує тріщиностійкість і міцність шпал, тоді як збільшення попереднього напруження суттєво покращує ці показники. Визначено, що наближення арматури до підрейкової зони, застосування сталевोї та базальтової фібри, а також використання дрібніших заповнювачів і мікрокремнезему забезпечують значне підвищення міцності бетону на розтяг і тріщиностійкості.

У розділі 4 досліджено електрофізичні та фізико-механічні властивості шпал і запропоновано вдосконалену конструкцію. Показано, що захист торців арматури бетоном значно підвищує електричний опір шпал та зменшує ризик електрокорозії. Випробування модернізованих шпал із підвищеним попереднім напруженням, удосконаленим армуванням і бетоном вищого класу підтвердили збільшення моменту тріщиноутворення на 25–29 % та підвищення довговічності конструкції.

У розділі 5 висвітлено практичне впровадження результатів дослідження. Для ТОВ «ГПУ» розроблено рекомендації щодо конструкції та технології виготовлення попередньо напружених залізобетонних шпал із захищеною анкерованою арматурою, що реалізовано у виробництві. Отримано соціально-економічний ефект, розроблено спосіб ремонту підрейкової основи із використанням фібробетону, захищений патентом, а результати досліджень впроваджено в освітній процес підготовки бакалаврів, магістрів і докторів філософії.

Дисертація завершується загальними висновками, які підтверджують виконання поставлених завдань і досягнення мети дослідження, а також містить список використаних джерел і додатки.

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

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації обумовлена їх збіжністю з існуючими уявленнями і теоріями і її предметній області, а також достовірністю отриманих результатів досліджень. Джерельна база роботи включає 117 найменувань, 62 з яких є іноземними публікаціями, 14 – нормативними джерелами.

Достовірність забезпечена належним застосуванням і метрологічним забезпеченням стандартних та оригінальних методів випробувань та досліджень, застосуванням незалежних методів досліджень, повторюваністю результатів випробувань, їх статистичною обробкою, узгодженістю результатів експериментальних і теоретичних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів

У результаті проведених досліджень отримано низку нових наукових результатів. Подальшого розвитку набули уявлення про електрофізичні властивості залізобетонних шпал, а також процеси корозії й електрокорозії в них. Вперше кількісно оцінено вплив захисту торців арматури бетоном на електричний опір між рейковими скріпленнями та торцями шпал, через які проходять струми витоку, а також встановлено ранжування агресивних, зокрема електричних, чинників за інтенсивністю їх корозійного впливу.

Подальший розвиток отримали й дослідження напружено-деформованого стану попередньо напружених залізобетонних шпал з анкерованою арматурою. Вперше побудовано діаграми їх деформування, визначено вплив анкерування арматури на напружений стан конструкцій та кількісно оцінено моменти тріщиноутворення моделей і натурних шпал.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання

Практичне значення одержаних результатів полягає у підвищенні

експлуатаційних характеристик залізобетонних шпал, що сприяє зменшенню кількості дефектів, збільшенню строку їх служби та підвищенню надійності роботи колії. Запропоновані рішення також підвищують конкурентоспроможність продукції виробників шпал і мають освітню цінність завдяки впровадженню результатів досліджень у навчальний процес підготовки фахівців залізничної галузі.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях

За матеріалами дисертації опубліковано 14 наукових праць. Основні результати дисертаційного дослідження з достатньою повнотою апробовані на 7 міжнародних конференціях у 2022–26 рр. та опубліковані у 5 роботах, з яких 2 статті у фахових виданнях України категорії Б, 3 статті у виданнях, що індексуються НМБД Scopus. Результати досліджень додатково відображені у 1 описі до патенту на корисну модель і 1 описі до заявки на винахід.

Кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття змісту дисертації відповідають усім чинним вимогам до оприлюднення матеріалів дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації.

Спрямованість науково-практичних конференцій, на яких здійснювалася апробація результатів дисертаційного дослідження, а також зміст наукових публікацій, у яких висвітлено основні положення дисертації та результати проведених досліджень, повною мірою відповідають тематиці й відображають науково-практичну проблему, що розв'язується в роботі. Представлені результати пройшли всебічну апробацію у фаховому науковому середовищі, що підтверджує їх наукову обґрунтованість і практичну значущість. Загалом можна констатувати, що дисертаційне дослідження пройшло належну апробацію, є самостійною, цілісною та завершеною науковою працею, виконаною на високому науковому рівні.

Мова і стиль дисертації

Дисертаційна робота відзначається логічною структурою, послідовним викладом матеріалу та дотриманням норм наукового стилю. Наукова новизна одержаних результатів, сформульовані висновки, практичні рекомендації та запропоновані рішення є достатньо обґрунтованими, що підтверджується результатами теоретичних, експериментальних і статистичних досліджень. Зміст дисертації повною мірою розкриває основні результати виконаної роботи та відповідає поставленим меті й завданням дослідження. Стиль викладення матеріалу відповідає вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт такого рівня, а аналіз тексту свідчить про високий рівень мовного оформлення. Істотних порушень норм сучасної української літературної мови та чинного правопису в роботі не виявлено.

Дискусійні положення та зауваження

1. В роботі досліджується вплив анкерування та величини попереднього напруження арматури на напружено-деформований стан залізобетонних шпал під навантаженням, яке відповідає епюрі шпал 1840 шт./км, осьовому навантаженню 232 кН/вісь, швидкості руху пасажирських поїздів 160 км/год, кривій ділянці колії. Доцільно було виконати дослідження для більш екстремальних умов – меншої епюри шпал, більшого осьового навантаження, наприклад, для пропуску транспортерів тощо.

2. Не вказано, для якого саме радіусу кривої виконано розрахунок та аналіз НДС.

3. Розрахунок та аналіз НДС виконано для бетону класу за міцністю на стиск С35/45. Доцільно було проаналізувати вплив на НДС шпал з бетону інших класів бетону з відповідними іншими модулями пружності бетону.

4. Незрозуміло, чому досліджено вплив анкерування та величини попереднього напруження арматури на напружено-деформований стан шпал з анкерним пружним рейковим скріпленням, а не для шпал з іншими типами скріплень – клемно-болтовими або шурупно-дюбельними.

5. Незрозуміло також, чому під час теоретичного аналізу електричних властивостей шпал (рис. 3.18, 3.19) не враховано електричний опір деталей ізоляції.

Загальний висновок

Дисертація Мусієнка Сергія Миколайовича «Підвищення експлуатаційних якостей залізобетонних шпал для нероздільних рейкових скріплень» є актуальною і повністю завершеною науковою працею. За своїм змістом, обґрунтованістю, достовірністю, науковою новизною і практичною значущістю отриманих результатів дисертація відповідає спеціальності 273 «Залізничний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт» і вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою КМУ №44 від 12.01.2022. Дисертація є завершеним науковим дослідженням, заслуговує на позитивну оцінку, а її автор Мусієнко Сергій Миколайович – на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт».

Офіційний опонент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Залізнична колія
та колійне господарство»
Національного транспортного
університету

Віталій МОЛЧАНОВ