

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. ректора Українського державного
університету залізничного транспорту
д.т.н., професор



Сергій ПАНЧЕНКО

« 27 » березня 2026 р.

ВИСНОВОК

Українського державного університету залізничного транспорту
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації **МУРИГІНА Максима Андрійовича** на тему
«Залізничні шпали із бетону з композитною арматурою»,
поданої на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 273 Залізничний транспорт
галуззю знань 27 Транспорт

1. Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науково-дослідними роботами

У теперішній час на залізницях світу використовуються різні конструкції підрейкових основ із різних матеріалів. Оскільки умови експлуатації залізниць постійно змінюються – зростають швидкості руху, осьові навантаження, вантажна напруженість, змінюються і нормативні вимоги до конструкцій підрейкових основ та матеріалів для їх виготовлення. З XIX по середину XX століття практично єдиною масовою підрейковою основою були дерев'яні шпали. Однак у зв'язку з очевидними недоліками деревини для експлуатації в умовах змінної вологості – великими вологісними деформаціями, низькою біостійкістю, з другої половини XX століття їх активно витісняють попередньо напружені залізобетонні шпали. Однак залізобетонні шпали також мають ряд недоліків, в основному обумовлених електропровідністю та корозійною вразливістю арматури та бетону. Вже у XXI столітті з'являються композитні шпали, які позбавлені багатьох недоліків дерев'яних і залізобетонних шпал, все більшого поширення набуває композитна арматура для армування бетону, що має ряд переваг над сталеву арматурою. Однак вони поки не знаходять широкого застосування і дерев'яні та залізобетонні шпали досі є наймасовішими. Багатьох недоліків можуть бути позбавлені бетонні шпали, армовані композитною арматурою. Серед їх переваг можна відзначити

захищеність полімеру бетоном від ультрафіолетового випромінювання, високу корозійну стійкість арматури. Заміна сталеві арматури корозійностійкою композитною арматурою дозволить знизити вимоги до тріщиностійкості шпал і зменшити зусилля попереднього натягу або відмовитись від нього. Це дозволить оптимізувати вимоги до ранньої міцності бетону, зменшити ушкоджувальність шпал протягом експлуатації за рахунок зниження напруг, що розтягують, у поперечному напрямку. Виходячи з викладеного створення теоретичних та експериментальних основ виробництва та експлуатації залізничних шпал із бетону з покращеними електричними властивостями та електрокорозійною стійкістю за рахунок застосування композитної арматури, розробка на їх основі конструкції, технології виробництва, вказівок з експлуатації бетонних шпал, армованих композитною арматурою, є актуальним завданням. Актуальність підкреслюється виконанням досліджень у складі держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана на кафедрі залізничної колії і транспортних споруд Українського державного університету залізничного транспорту у складі грантової науково-дослідної роботи у рамках UUK і UK-Ukraine R&I twinning grant, Project #11150 «Integrated rail freight optimisation in Ukraine: Railway sleepers, rolling stock and logistics» (2023-24, ДРН№ 0123U102700), зокрема її робочого пакету III «Залізничні шпали», а також держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України: «Теоретичні та експериментальні основи створення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих для захисту від електрокорозії і ремонту споруд залізничного транспорту» (2022–2023, ДРН№ 0122U002125), «Теоретичні та експериментальні основи створення стійких до електричних і динамічних впливів бетонних виробів з композитною арматурою для будівництва та відновлення електрифікованих ділянок залізниць» (2026, ДРН№0126U002127).

2. Мета і завдання досліджень

Мета дослідження – створення теоретичних та експериментальних основ виробництва та експлуатації залізничних шпал із бетону з покращеними електричними властивостями та електрокорозійною стійкістю за рахунок застосування композитної арматури.

Завдання досліджень:

- виконати аналітичний огляд джерел щодо умов експлуатації та пошкоджуваності залізобетонних шпал, а також можливості заміни сталеві дротяної арматури композитною;

- розробити методику дослідження і порівняльного аналізу напружено-деформованого стану шпал із бетону з попередньо напруженою сталевую та композитною арматурою на моделях;
- розробити методики порівняльного дослідження електричних властивостей шпал із бетону зі сталевую та композитною арматурою, впливу на них постійного та пульсуючого однонаправленого електричних потенціалів та агресивних середовищ на моделях;
- виконати розрахунковий і натурний експерименти з навантаженням моделей шпал із бетону з попередньо напруженою композитною та сталевую дротяною арматурою, а також порівняльний аналіз результатів розрахункового та натурального експериментів;
- дослідити електричні властивості моделей шпал із бетону з композитною та сталевую дротяною арматурою, виконати експеримент з їх експозицією під впливом постійного та пульсуючого однонаправленого електричних потенціалів та агресивних середовищ, дослідити наслідки цих впливів та виконати їх порівняльний аналіз;
- розробити рекомендації щодо конструкції і технології виготовлення шпал із бетону з композитною та сталевую арматурою.

3. Наукові положення, розроблені особисто здобувачем, та їх новизна

Особисто здобувачем розвинуто уявлення про роботу і напружено-деформований стан під поїзним навантаженням шпал із бетону зі сталевую дротяною та композитною базальтопластиковою арматурою, в яких попередньо напруженим є весь пакет арматури. Зокрема, вперше отримано залежності максимальних значень напружень у бетоні шпал з композитною арматурою під поїзним навантаженням від зусилля натягу арматурного пакету, діаграми деформування моделей таких шпал з різними зусиллями попереднього натягу арматурного пакету.

Також особисто здобувачем розвинуто уявлення про електричні властивості, корозійну та електрокорозійну поведінку шпал із бетону з композитною базальтопластиковою арматурою. Зокрема, вперше встановлено, що заміна сталеві дротяної арматури композитною обумовлює збільшення електричного опору шпали у 6–16 раз, проте призводить до електроміграційного вилигування бетону під впливом струмів витоку.

Об'єкт дослідження – напружено-деформований стан, електричні властивості, електрокорозійні процеси та їхні наслідки у залізничних шпалах із бетону з композитною та сталевую дротяною арматурою.

Предмет дослідження – залізничні шпали із бетону з композитною та сталеву дотяною арматурою та їхні моделі.

Методи дослідження. Розроблено методику порівняльного дослідження напружено-деформованого стану (НДС) залізничних шпал із бетону з попередньо-напруженою сталеву дотяною та композитною арматурою під поїзними навантаженнями на моделях. Методика включає розроблення моделей, розрахунковий і натурний експерименти з їх навантаження, порівняння їх результатів для верифікації результатів розрахунків шпал. Розроблено оригінальну методику порівняльного дослідження впливу електричних потенціалів від струмів витoku з рейок та агресивних середовищ на шпали із бетону зі сталеву дотяною та композитною арматурою на моделях. Методика включає розробку моделей, їх експозицію під цими впливами та дослідження їх наслідків, у т.ч. новим методом наноіндентування, який дозволяє визначати мікромеханічні властивості цементного каменю, що залежать від ступеня його електроміграційного вилуговування.

4. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій

Достовірність результатів досліджень забезпечена коректним 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.

5. Теоретичне і практичне значення результатів дисертаційного дослідження

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні наукових основ для конструювання, виробництва і застосування шпал із бетону з композитною арматурою, які матимуть кращі експлуатаційні якості порівняно зі шпалами зі сталеву дотяною арматурою, а також у наданні відповідних знань майбутнім фахівцям галузі шляхом впровадження в начальний процес.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною науковою працею, в якій висвітлені власні ідеї і розробки автора, що дозволили вирішити поставлені завдання. Робота містить теоретичні та методичні положення і висновки, сформульовані дисертантом особисто. Використані в дисертації ідеї, положення, гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей здобувача.

6. Апробація результатів дослідження

Результати дисертаційного дослідження апробовані на: International Conference on Urban Infrastructure Sustainable Development and Renovation (MistoBud-2025, MistoBud-2024, Харків), Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» (Харків, 2025); Міжнародних науково-технічних конференціях «Структурування та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій» (Одеса, 2025, 2024); 10 Міжнародної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (ТрансБуд-2024, Харків); II Всеукраїнській науково-практичній конференції «ВІМ-технології в будівництві: Досвід та інновації» (Харків, 2023); 82 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпро, 2023); Міжнародній науково-технічній конференції «Органічні і мінеральні в'язучі та дорожні бетони на їх основі» (Харків, 2022).

7. Повнота викладення основних наукових результатів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора

Результати дисертаційного дослідження опубліковані у 7 наукових працях, у т.ч. 4 статтях у фахових виданнях України категорії Б, 3 статтях у виданнях, що індексуються НМБД Scopus, а також 2 описах до патентів на корисні моделі. Загальний обсяг наукових праць складає 7,2 друк. арк., з них особисто автору належать 3,4 друк. арк.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у фахових виданнях та у виданнях, що включені до наукометричних баз:

1. Plugin A., Murygin M., Plugin D., Najafov E., Musiienko S., Lobiak O. Establishing patterns in the stressed-strained state of concrete sleepers with prestressed composite reinforcement and their models. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 5 (7) (137) (2025), 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.341427>

2. Плуґін А.А., Муриґін М.А., Мусієнко С.М., Редько І.О., Геворкян Е.С. Порівняльні дослідження впливу електричних потенціалів на корозійні процеси в залізничних шпалах із бетону зі сталевую та композитною арматурою *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту* 213 (2025) 61–82. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.213.2025.341989>

3. Плуґін О.А., Плуґін А.А., Геворкян Е.С., Муриґін М.А. Механізм і кінетика електрокорозії рейкової сталі та ресурс рейок у залізничних тунелях *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту* 212 (2025) 114–132. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.212.2025.336481>

4. Plugin A., Murygina N., Pluhin O., Murygin M., Musienko S. Physical-mechanical properties of composite material based on polyester fibres and mineral binder *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1499 (2025) 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1499/1/012074>

5. Plugin A.A., Zhu W., Murygin M.A., Plugin D.A., Murygina N.O. New research methods of electro-corrosion processes in concrete structures *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1376 (2024) 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1376/1/012018>

6. Плуґін А.А., Муриґін М.А., Крикун О.П., Наджафов Е.Ф., Зінченко В.В. Експериментальні дослідження впливу електричних потенціалів на корозійні процеси в залізобетонних шпалах *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту* 207 (2024) 38–51. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.207.2024.301944>

7. Плуґін А.А., Муриґіна Н.О., Малішевська А.С., Плуґін Д.А., Муриґін М.А. Розроблення та дослідження композиційного матеріалу для прокладного шару безбаластного мостового полотна *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту* 206 (2023) 82–101. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.206.2023.296619>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Мусієнко С.М., Куцин К.О., Муриґін М.А., Плуґін А.А. Щодо впливу тріщиностійкості залізобетонних шпал на роботу контактної мережі та систем СЦБ *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті 3* (Додаток. Тези стендових доповідей та виступів учасників конференції) (2025) 51–52. https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2025/09/dodatok-do-zhurnalu-ikszt-3-2025-z-tezami-dopovidej_38-mnpk.pdf

9. Муриґін М.А., Наджафов Е.Ф., Плуґін А.А., Плуґін Д.А., Лобяк О.В. Дослідження моделей попередньо напружених конструкцій із бетону зі сталевією та композитною арматурією *Збірник тез міжнародної науково-технічної конференції «Структуроутворення та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій»* Одеса (22–23.04.2025) 50–53.

10. Плуґін А.А., Панченко С.В., Муриґін М.А., Плуґін Д.А., Наджафов Е.Ф., Лобяк О.В. Порівняльні дослідження моделей бетонних конструкцій,

армованих попередньо напруженою сталевую та композитною арматурою *Тези доповідей 10 Міжнародної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (ТрансБуд-2024)* Харків (20–22.11.2024) 45–48. <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/tezi-transbud-2024-2.pdf>

11. Плугін А.А., Тулей Ю.Л., Муригіна Н.О., Плугін О.А., Муригін М.А., Мусієнко С.М. Новий композиційний матеріал для залізобетонного безбаластного мостового полотна залізничних мостів *Тези доповідей 10 Міжнародної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (ТрансБуд-2024)* Харків (20–22.11.2024) 52–55. <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/tezi-transbud-2024-2.pdf>

12. Плугін А.А., Муригіна Н.О., Плугін Д.А., Муригін А.В., Малішевська А.С. Дисперсно армовані поліефірним волокном цементні композити для прокладного шару між залізобетонним мостовим полотном і металевими балками залізничних мостів *Збірник тез міжнародної науково-технічної конференції «Структурування та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій»* Одеса (23.04.2024) С.111–114. https://drive.google.com/file/d/1jI7vWluCtPrF4HO4P4BpNs-_at6XPvwR/view

13. Муригін М.А., Плугін А.А., Плугін Д.А., Лобяк О.В. Залізничні шпали з бетону, армованого композитною арматурою *Збірник тез міжнародної науково-технічної конференції «Структурування та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій»* Одеса (23.04.2024) 92–95. https://drive.google.com/file/d/1jI7vWluCtPrF4HO4P4BpNs-_at6XPvwR/view

14. Плугін А.А., Zhu W., Муригін М.А., Плугін Д.А., Муригіна Н.О. Нові методи досліджень електрокорозійних процесів у конструкціях із бетону II Всеукраїнська науково-практична конференція «ВІМ-технології в будівництві: Досвід та інновації». Харків (15–16.12.2023) 94–95. https://dmg.kname.edu.ua/images/other/Tezi_VIM_2023.pdf

15. Плугін А.А., Муригіна Н.О., Малішевська А.С., Муригін М.А., Манько Н.С. Матеріали для сполучення залізничного залізобетонного мостового полотна зі сталевими мостовими конструкціями *Матеріали 82 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»* Дніпро (20–21.04.2023) За ред. Ю.С.Пройдака, Р.В.Маркуля. 364–366. <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/16951>

16. Плугін А.А., Калюжна О.В., Муригін М.А., Наджафов Е.Ф., Плугін Д.А. Перспективи застосування композитної арматури в шпалах із бетону

Міжнародна науково-технічна конференція «Органічні і мінеральні в'язучі та дорожні бетони на їх основі» Харків (08–09.11.2022) 107–113.
https://rcf.khadi.kharkov.ua/fileadmin/user_upload/Збірник_тез_-_Редакція_.pdf

Публікації, що додатково відображають матеріали дисертації:

17. Пат. на кор. модель 159801 UA МПК E01B 3/34 (2006/01) E04G 21/12 (2006.01) Спосіб виготовлення шпал із бетону з попередньо напруженою арматурою. МПК E01B 3/34, E04G 21/12. УкрДУЗТ. Пługін А.А., Пługін Д.А., Муригін М.А., Панченко С.В., Трикоз Л.В., Чжи В., (Zhu W.), Лобяк О.В., Муригін А.В., Пługін О.А., Каложна О.В., Муригіна Н.О., Дудін О.А., Наджафов Е.Ф.о. Заявл. 18.12.2023, заявка № u202306182, опубл.09.07.2025, бюл.№ 28.

18. Пат. на кор. модель 155132 UA МПК E04B 5/10 (2006.01) Спосіб ремонту безбаластного мостового полотна залізничних мостів із залізобетонних плит. УкрДУЗТ. А.А.Пługін, Н.О.Муригіна, А.В.Муригін, С.В.Панченко, Д.А.Пługін, W.Zhu, О.А.Пługін, О.А.Дудін, М.А.Муригін, С.М.Мусієнко. Заявл. 28.08.2023, заявка № u 2023 04061, опубл.17.01.2024, бюл.№3/2024.

19. Спосіб виготовлення шпал із бетону з попередньо напруженою арматурою. МПК E01B 3/34, E04G 21/12. УкрДУЗТ. Пługін А.А., Пługін Д.А., Муригін М.А., Панченко С.В., Трикоз Л.В., Чжи В., (Zhu W.), Лобяк О.В., Муригін А.В., Пługін О.А., Каложна О.В., Муригіна Н.О., Дудін О.А., Наджафов Е.Ф.о. Заявка на видачу патенту на винахід № а 2023 06180. Заявл.18.12.2023.

20. Спосіб ремонту безбаластного мостового полотна залізничних мостів із залізобетонних плит. УкрДУЗТ. А.А.Пługін, Н.О.Муригіна, А.В.Муригін, С.В.Панченко, Д.А.Пługін, W.Zhu, О.А.Пługін, О.А.Дудін, М.А.Муригін, С.М.Мусієнко. Заявка на видачу патенту на винахід № а 2023 04060. Заявл. 28.08.2023

Особистий внесок. Теоретичні та експериментальні дослідження виконано як особисто, так і спільно з науковим керівником та співавторами публікацій, список яких наведено в рефераті, а також додатку. Згідно з нумерацією джерел в цьому списку у [3, 8] особисто виконано аналіз електричних та інших агресивних впливів на працездатність конструкцій транспортних споруд, у [4, 7, 11, 12, 15, 18, 20] особисто обґрунтовано фізико-механічні та інші властивості підрейкових основ залізничної колії, у [1, 2, 5, 6, 9, 10, 14] особисто виконано експериментальні дослідження, зокрема виготовлено моделі шпал, проведено їх випробування навантаженням, електричні вимірювання, експозицію під агресивними, у т.ч. електричним

впливами, виготовлено зразки для дослідження наслідків цих впливів, досліджено мікроскопічним методом ці наслідки, проаналізовано результати цих досліджень, у [13, 17, 19, 16] особисто обґрунтовано конструкцію шпал із бетону з композитною арматурою та розроблено їх ескізні креслення. Завдання досліджень та висновки сформульовані разом з науковим керівником, висунуто робочу гіпотезу та отримано положення наукової новизни – особисто.

8. Загальний висновок

Дисертаційна робота Муригіна Максима Андрійовича на тему «Залізничні шпали із бетону з композитною арматурою» є оригінальним, самостійним, завершеним науковим дослідженням, що стосується актуальної проблематики і містить оригінальні підходи щодо розв'язання теоретичних та практичних завдань зі створення теоретичних та експериментальних основ виробництва та експлуатації залізничних шпал із бетону з покращеними електричними властивостями та електрокорозійною стійкістю за рахунок застосування композитної арматури.

Основні положення, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження містять елементи наукової новизни, є повністю обґрунтованими та науково-практично аргументованими і отримали апробацію на науково-практичних конференціях. Всі наукові положення та отримані результати дослідження знайшли відображення в публікаціях здобувача. Зміст дисертації відповідає визначеній меті. Поставлені здобувачем наукові завдання вирішені в повній мірі і науково обґрунтовані. Мету дослідження досягнуто. Дисертаційне дослідження виконане державною мовою.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Муригіна Максима Андрійовича відповідає спеціальності 273 Залізничний транспорт з галузі знань 27 Транспорт та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283) та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 21 березня 2022 року № 341, а також Вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40.

Дисертаційна робота Муригіна Максима Андрійовича на тему «Залізничні шпали із бетону з композитною арматурою» може бути рекомендована до подання та захисту в разовій спеціалізованій вченій раді на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Головуючий на засіданні –

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Залізнична колія і
транспортні споруди»



Володимир ВІТОЛЬБЕРГ

Секретар

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Залізнична колія і
транспортні споруди»



Денис ФАСТ