

ВИСНОВОК

Українського державного університету залізничного транспорту
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Зінченка Олексія Сергійовича

на тему «Бетони, будівельні розчини та композиційні полімерні матеріали з використанням поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізничних залізобетонних шпал», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 – Архітектура та будівництво

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

У сучасному світі, коли країни стикаються з наслідками військових дій та інших катастрофічних подій, проблема утилізації будівельних залишків набуває особливої актуальності. Військові дії, що тривають на території нашої країни, залишають після себе велику кількість будівельних відходів, які складаються переважно із залізобетонних конструкцій і вимагають ефективних методів утилізації та повторного використання. Згідно з Національною стратегією управління відходами в Україні передбачено кілька важливих кроків для розвитку ринку використання перероблених відходів будівельно-ремонтних робіт; встановлення нормативів для перероблених відходів будівельно-ремонтних робіт, що сприятиме повторному використанню та утилізації цих матеріалів; розробка нормативів використання вторинної сировини з відходів будівельно-ремонтних робіт як матеріалів у будівельній галузі; створення механізмів гарантування якості перероблених матеріалів та надання економічних стимулів для їх використання.

Ці заходи сприятимуть створенню більш стійкого та екологічно обізнаного будівельного сектору, який у сучасному світі стикається із значним зростанням обсягів відходів будівництва та знесення. Традиційно основним джерелом таких відходів були будівлі, що досягли кінця свого життєвого циклу, або об'єкти, які підлягали реконструкції. Проте в останні десятиліття до природного процесу оновлення інфраструктури додалися масштабні руйнування, спричинені війнами, геополітичними конфліктами, техногенними аваріями та природними катаклізмами – землетрусами, повеннями, ураганами, лісовими пожежами. У результаті багато країн стикаються з різким і нерівномірним збільшенням потоків будівельних відходів, які перевищують можливості існуючих систем управління та створюють значний екологічний, соціальний і економічний тиск. В Україні, крім руйнувань, спричинених бойовими діями, в недалекому майбутньому постане питання утилізації залізобетонних шпал у зв'язку з наближенням часу відпрацювання нормативних термінів експлуатації шпал (50 років) від початку їх масового застосування на залізницях України в 1970-х рр. Актуальна ця проблема і в світлі збільшення обсягів колійних робіт і переходу залізниць на звужену Євроколію із заміною рейко-шпальної решітки. Отже, мета роботи – створення бетонів, будівельних розчинів та полімерних композиційних матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал – є актуальною.

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

Дана робота виконана в Українському державному університеті залізничного транспорту на кафедрі будівельних матеріалів, конструкцій та споруд у складі держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: «Розвиток теоретичних основ і експериментальна перевірка нових ефективних способів підвищення несучої здатності та водонепроникності ґрунтів земляного полотна залізниць» (2020-2022, ДРН^о 0120U102065); «Теоретичні та експериментальні основи створення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих для захисту від електрокорозії і ремонту споруд залізничного транспорту» (2022-2023, ДРН^о 0122U002125); «Теоретичні та експериментальні основи створення стійких до електричних і динамічних впливів бетонних виробів з композитною арматурою для будівництва та відновлення електрифікованих ділянок залізниць» (2026-2028, ДРН^о 0126U002127).

2. Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розроблення бетонів, будівельних розчинів та композиційних полімерних матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал.

Завдання досліджень:

- теоретично обґрунтувати можливість досягнення достатніх фізико-механічних характеристик матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал;
 - експериментально підтвердити досягнення необхідної міцності матеріалів за рахунок попередньої обробки рециклінгових наповнювачів, формування оптимальної структури будівельних розчинів і бетонів, забезпечення електрогетерогенних взаємодій у композиційних полімерних матеріалах;
 - розробити склади бетонів, будівельних розчинів та композиційних полімерних матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал та провести фізико-механічні випробування отриманих матеріалів;
 - провести фізико-хімічні дослідження структури і взаємодій компонентів розроблених матеріалів;
- виконати дослідно-промислову перевірку результатів досліджень та впровадження розроблених складів композиційних полімерних матеріалів.

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

Дисертація являє собою самостійну наукову роботу, яка містить авторські ідеї та розробки, спрямовані на вирішення визначених завдань. У ній наведено теоретичні й методичні положення і висновки, сформульовані дисертантом особисто. Ідеї, результати і гіпотези інших дослідників використовуються лише для аргументації власних позицій автора і мають відповідні посилання в дисертації. Здобувачем особисто вирішено наукове завдання повторного використання й утилізації перероблених відходів залізобетонних залізничних шпал як вторинних матеріалів у будівельній галузі та підвищення якості рециклінгових матеріалів. У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- встановлено залежності фізико-механічних властивостей бетонів, будівельних розчинів та полімерних композиційних матеріалів від співвідношення вмісту в'язучого, заповнювачів та наповнювачів, які є поліфракційними рециклінговими матеріалами із подрібнених залізобетонних залізничних шпал;

- розраховано величину електроповерхневого потенціалу частинок поліметилметакрилату, яка дорівнює -0.29 В, і розроблено схеми електрогетерогенних контактів між негативно зарядженими активними поверхневими центрами поліметилметакрилату $[CH_2C(CH_3)(COOCH_3)]_n$ і низькоосновних гідросилікатів кальцію (CSH) та позитивно зарядженими поверхневими центрами усіх інших продуктів гідратації цементу; при цьому найвища міцність досягається при відношенні величини площі частинок з негативним зарядом поверхні до величини площі частинок з позитивним зарядом поверхні, яке дорівнює одиниці.

Отримали подальший розвиток:

- уявлення про формування структури будівельних розчинів і бетонів на основі крупної, дрібної та пилюватої фракцій рециклінгових наповнювачів із залишків залізобетонних залізничних шпал застосуванням у розрахунках складів оптимальних величин коефіцієнтів розсунення частинок піску дрібною фракцією та частинок цементу пилюватою фракцією, які становлять 3,0 і 1,7, відповідно;

- уявлення про формування структури полімерних композиційних матеріалів за рахунок взаємодії протилежно заряджених активних центрів поліметилметакрилату і наповнювача із пилюватої фракції залишків залізобетонних залізничних шпал.

Об'єкт дослідження – склад, структура та фізико-механічні властивості бетонів, будівельних розчинів та композиційних полімерних матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал.

Предмет дослідження – бетони, будівельні розчини та композиційні полімерні матеріали на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал.

4. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій.

Достовірність та обґрунтованість результатів досліджень забезпечена використанням у теоретичних дослідженнях фундаментальних положень і закономірностей фізико-хімічної механіки дисперсних систем і матеріалів, застосуванням в експериментах комплексу стандартних фізико-механічних та фізико-хімічних методів досліджень, а також підтвердженням теоретичних і експериментальних досліджень експлуатаційними випробуваннями. Дослідження виконано із застосуванням комплексу взаємодоповнювальних методів, що охоплюють фізико-механічні, фізико-хімічні, структурні, аналітичні та експериментально-технологічні підходи і забезпечують всебічне вивчення складу, структури і властивостей бетонів, будівельних розчинів та полімерних композиційних матеріалів.

Методи дослідження. У ході дослідження здобувач застосував фізико-механічні методи, які включали оцінку міцності при стиску та згині, визначення

середньої густини, водопоглинання і пористості відповідно до чинних стандартів. Фізико-хімічні методи дозволили встановити фазовий склад і продукти гідратації цементу за допомогою інфрачервоної спектроскопії, а також вивчити макро- і мезоструктуру заповнювачів і контактної зони, використовуючи оптичну мікроскопію. Структурні й морфологічні методи були застосовані для аналізу гранулометрії, округлості, площі та периметра частинок шляхом цифрової обробки зображень у комп'ютерній програмі ImageJ. Моделювання та розрахунки здобувач здійснював для оптимізації складів з використанням коефіцієнтів розсушення, моделювання електрогетерогенних взаємодій, побудови номограм і аналітичних залежностей для рециклінгових наповнювачів. Технологічні методи охоплювали отримання рециклінгових заповнювачів дробленням залізобетонних шпал, очищенням і модифікацією, а також випробування матеріалів у різних технологічних умовах. Аналітичні та статистичні методи передбачали статистичну обробку результатів, аналіз залежностей між складом і властивостями, співставлення з літературними даними. Дослідно-промислові випробування проведено здобувачем для оцінювання довговічності і підтвердження працездатності розроблених складів у реальних умовах експлуатації. Порівняльний аналіз із даними літератури забезпечував узгодження отриманих результатів із сучасним рівнем наукових досліджень.

5. Теоретичне і практичне значення результатів дисертаційного дослідження

Теоретичне значення результатів роботи полягає у встановленні закономірностей впливу гранулометричного складу, морфології та поверхневих властивостей поліфракційних рециклінгових заповнювачів на процеси структуроутворення, пористість, міцність і довговічність цементних та полімерних композиційних матеріалів. Отримані результати поглиблюють теорію дисперсних систем, щільного пакування частинок, електрогетерогенних взаємодій та формування капілярно-пористої структури, що створює наукове підґрунтя для розроблення нових ефективних технологій переробки та використання рециклінгових матеріалів у будівництві.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці методу отримання рециклінгових заповнювачів із залізобетонних залізничних шпал, що сприятиме зменшенню накопичення старопридатних шпал на підприємствах залізничного транспорту; розробці складів бетонів, будівельних розчинів та полімерних наповнених матеріалів з використанням поліфракційних рециклінгових заповнювачів і наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал при збереженні достатньої міцності; розробці полімерного композиційного матеріалу, який було використано для ремонту опор шляхопроводу регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Українські залізниці»; досягненні рівня зменшення вуглецевого сліду матеріалів на рециклінгових заповнювачах у 13 % на кубічний метр виготовленого бетону; використанні результатів дослідження в освітньому процесі при підготовці бакалаврів, магістрів і докторів філософії за спеціальністю 192 (G19) – Будівництво та цивільна інженерія.

6. Апробація результатів дисертації

Результати дисертаційного дослідження апробовані на: VIII та IX Міжнародних науково-практичних конференціях «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика» (19-20 жовтня 2022 р., 16-17 жовтня 2024 р., Дніпро);

двох міжнародних конференціях «Структурування та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій» (27-28 квітня 2023 р., 23 квітня 2024 р., Одеса); 21 Internationale Baustofftagung (13-15 September 2023, Weimar, Bundesrepublik Deutschland); 10-та Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (20-22 листопада 2024 р., Харків); X Міжнародна науково-практична інтернет-конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених «Інновації у будівництві» (15 травня 2025 р., Луцьк).

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

За результатами досліджень опубліковано 17 наукових публікацій, у тому числі: 8 статей у наукових фахових виданнях України категорії Б за спеціальністю; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у НМБ Scopus; 1 патент України на корисну модель; 6 тез виступів на наукових конференціях; 1 стаття за матеріалами виступу на науковій конференції.

Список опублікованих праць за темою дисертації

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

1. Трикоз Л. В., Зінченко О. С., Никитинський А. В., Романенко О. В. Оцінювання гранулометричного складу вторинних заповнювачів, отриманих із відходів бетону. Зб. наук. праць УкрДУЗТ. Харків. 2023. Вип. 206. С. 121-128. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.206.2023.296685>

2. Трикоз Л.В., Камчатна С.М., Зінченко О.С., Пустовойтова О.М., Бородін Д.Ю. Дослідження міцності і деформацій композиційних матеріалів на основі наповнених полімерів (in English). Збірник наукових праць «Сучасне будівництво та архітектура». Одеса. 2024. Вип. № 8. С.72-79. <https://doi.org/10.31650/2786-6696-2024-8-72-79>

3. Трикоз Л.В., Зінченко О.С., Калінін О.А., Никитинський А.В. Вплив виду обробки рециклінгових заповнювачів на міцність бетону. Український журнал будівництва та архітектури. 2024. № 4 (022). С.126-133. <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.300824.126.1083>

4. Зінченко О. С. Оцінювання якості крупного заповнювача, отриманого з подрібнених бетонних залізничних шпал. Зб. наук. праць УкрДУЗТ. Харків. 2024. Вип. 210. С. 43-51. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.210.2024.320709>

5. Трикоз Л. В., Зінченко О. С., Никитинський А. В. Визначення міцнісних та структурних характеристик цементно-піщаних розчинів з використанням рециклінгових наповнювачів. Науковий вісник будівництва. 2024. Вип. № 111. С. 135-141. <https://doi.org/10.33042/2311-7257.2024.111.1.17>

6. Трикоз Л. В., Зінченко О. С. Дослідження впливу рециркульованих дрібних наповнювачів на міцнісні та структурні характеристики цементно-піщаних розчинів. Науковий вісник будівництва. 2025. Вип. № 112. С. 258-264. <https://doi.org/10.33042/2311-7257.2025.112.1.31>

7. Трикоз Л. В., Зінченко О. С. Розробка полімерних наповнених композицій для ремонту штучних споруд залізничного транспорту. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : Збірник наукових праць Українського державного

університету науки і технологій. Дніпро. 2025. Вип. 27. С. 53-61. <https://doi.org/10.15802/bttrp2025/333792>

8. Трикоз Л. В., Зінченко О. С. Дослідження змін пористості наповнених цементно-піщаних зразків за кінетикою їх водопоглинання. Зб. наук. праць УкрДУЗТ. Харків. 2025. Вип. 211. С. 154-166. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.211.2025.327345>

9. Trykoz L., Zinchenko O., Borodin D., Kamchatna S., Pustovoytova O. Effect of treatment types of recycled concrete aggregates on the properties of concrete. Budownictwo i Architektura. 2024. 23(3). 129–137. <https://doi.org/10.35784/bud-arch.6318> (Scopus)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Трикоз Л. В., Зінченко О.С. Огляд сучасних методів обстеження споруд. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика», 19-20 жовтня 2022 р. / за заг. ред. О. Л. Тютькіна. Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро. 2022. С. 43-46.

11. Трикоз Л. В., Зінченко О. С., Камчатна С. М., Пустовойтова О. М. Дослідження структуроутворення в системі наповнювач-полімер. Збірник тез доповідей міжнародної конференції «Структуроутворення та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій» 27-28 квітня 2023 р., ОДАБА. Одеса. 2023. С. 145-147.

12. Трикоз Л.В., Пустовойтова О.М., Зінченко О.С., Калінін О.А., Никитинський А.В., Романенко О.В. Вплив фракційного складу наповнювача на структуроутворення в композиційних матеріалах на основі наповнених полімерів. Збірник тез доповідей міжнародної конференції «Структуроутворення та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій» 23 квітня 2024 р.. ОДАБА, Одеса. 2024. С. 165-168.

13. Зінченко О.С. Використання рециклінгових заповнювачів та оцінка їх ефективності для забезпечення сталого розвитку Тези доповіді на X Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Інновації у будівництві», 15 травня 2025 року, Луцьк. С. 30-32.

14. Трикоз Л. В., Зінченко О. С., Камчатна С. М., Пустовойтова О. М. Композиційний матеріал для ремонту та відновлення бетонних споруд. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика», присвяченої пам'яті професора В. Д. Петренка, 16-17 жовтня 2024 р. / за заг. ред. О. Л. Тютькіна. Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро. 2024. С. 38-40.

15. Трикоз Л.В., Зінченко О.С., Калінін О.А., Никитинський А.В. Дослідження кінетики водопоглинання цементно-піщаних зразків з мікронаповнювачами. Тези доповідей 10-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізнично-му транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: УкрДУЗТ, С. 198-199.

Публікації, що додатково відображають матеріали дисертації:

16. Trykoz L., Rachkovskiy A., Zinchenko O. Untersuchungen von Polymerschutzbeschichtungen für Betonkonstruktionen. Proceedings in civil engineering. 2023. 6 (6). 589-593. <https://doi.org/10.1002/cepa.2911>

17. Патент на корисну модель UA 156792. Спосіб виготовлення заповнювачів для бетону із відходів залізобетонних шпал. Трикоз Л.В., Зінченко О.С., Пługін А.А., Панченко С.В., Пługін Д.А., Дудін О.А., Козеняшев І.А. Заявл. 08.12.2023. Заявка № u202305944. Опубл. 07.08.2024. Бюл. № 32. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1813569>

Особистий внесок здобувача у спільні публікації є таким: отримання рециклінгових заповнювачів, оцінка їх гранулометричного складу, патентний пошук [1, 17]; проведення та узагальнення результатів досліджень впливу меленого піску на міцність композиційних матеріалів, оптимізація їх складів [2, 11, 12]; обробка рециклінгових заповнювачів, оцінка міцності бетону [3]; проведення та узагальнення результатів досліджень впливу рециклінгового піску на середню густину і міцність будівельних розчинів, оптимізація їх складів [5]; проведення та узагальнення результатів досліджень впливу рециклінгового пилу на середню густину і міцність будівельних розчинів, оптимізація їх складів [6]; проведення обстеження об'єктів, розробка методології та виконання робіт із впровадження [7, 10, 14]; проведення та узагальнення результатів досліджень впливу рециклінгового піску та пилу на зміну водопоглинання і пористості будівельних розчинів [8, 15]; підготовка зразків, аналіз фізико-хімічних властивостей бетонів на рециклінгових заповнювачах [9, 16].

Загальний висновок.

Дисертація Зінченка Олексія Сергійовича на тему «Бетони, будівельні розчини та композиційні полімерні матеріали з використанням поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізничних залізобетонних шпал» є оригінальним, самостійним, завершеним науковим дослідженням, що стосується актуальної проблематики і містить оригінальні підходи до розв'язання теоретичних та практичних завдань щодо повторного використання й утилізації перероблених відходів залізобетонних залізничних шпал як вторинних матеріалів у будівельній галузі та підвищення якості рециклінгових матеріалів відповідно до Національної стратегії управління відходами в Україні. Основні положення, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження містять елементи наукової новизни, є повністю обґрунтованими та науково і 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 Зінченка Олексія Сергійовича відповідає спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 Архітектура та будівництво 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 25 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 21 березня 2022 року № 44 зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 341, а також Вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40.

Дисертація Зінченка Олексія Сергійовича на тему «Бетони, будівельні розчини та композиційні полімерні матеріали з використанням поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізничних залізобетонних шпал» може бути рекомендована до подання та захисту в разовій спеціалізованій вченій раді на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Головуючий на засіданні –

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри «Будівельні матеріали,
конструкції та споруди»



Дмитро ПЛУГІН

Секретар засідання

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Будівельні матеріали,
конструкції та споруди»

Олег ГЕРАСИМЕНКО