ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

Зінченка Олексія Сергійовича на тему «Бетони, будівельні розчини та композиційні полімерні матеріали з використанням поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізничних залізобетонних шпал»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 19 Архітектура та будівництво за спеціальністю192 Будівництво та цивільна інженерія

Актуальність теми дисертації. У сучасних умовах необхідності відновлення інфраструктури, що зазнала значних руйнувань унаслідок військових дій та інших надзвичайних ситуацій, питання ефективного поводження з будівельними відходами набуває особливої важливості. Значні обсяги зруйнованих залізобетонних конструкцій формують потребу у впровадженні технологій їх раціональної переробки та повторного використання. Додатковим чинником актуальності є наближення завершення нормативного терміну експлуатації залізобетонних шпал, а також модернізація залізничної інфраструктури, що супроводжується їх масовою заміною. У цих умовах використання поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних шпал у складі будівельних матеріалів є перспективним напрямом ресурсозбереження та зменшення екологічного навантаження. Розроблення бетонів, розчинів і полімерних композиційних матеріалів на основі таких наповнювачів відповідає сучасним потребам галузі та сприяє формуванню стійких технологічних рішень для будівельного сектору.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. У дисертації вперше досліджено зміни фізико-механічних властивостей бетонів, розчинів і полімерних композиційних матеріалів залежно від складу компонентів і рециклінгових наповнювачів із залізобетонних шпал. Визначено електроповерхневий потенціал надмолекулярних утворень поліметилметакрилату й механізм утворення електрогетерогенних контактів між їх зарядженими центрами і продуктами гідратації цементу. Удосконалено уявлення про структуроутворення розчинів і бетонів із різними фракціями наповнювачів та оптимальними коефіцієнтами розсування піску і цементу. Теоретично обґрунтовано взаємодії між активними центрами поліметилметакрилату і пилуватою фракцією залишків шпал, що визначає структуру полімерних композиційних матеріалів.

Достовірність результатів підтверджено застосуванням методів фізико-хімічної механіки дисперсних систем і різних стандартних методів для визначення міцності, густини, водопоглинання, пористості, фазового складу та продуктів гідратації цементу. Структуру матеріалів вивчали за допомогою оптичної мікроскопії та інфрачервоної спектроскопії. Теоретичні положення перевірено на моделях та розрахунках, а також аналізом електрогетерогенних взаємодій. Технологічні випробування охоплювали переробку заповнювачів і оцінку властивостей матеріалів, а аналітична даних забезпечила відповідність сучасним науковим тенденціям та працездатність у реальних умовах.

Отже, в дисертаційній роботі наукове завдання із розроблення бетонів, будівельних розчинів та композиційних полімерних матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних залізничних шпал виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності. Зміст дисертаційної роботи є логічно структурованим, послідовним і повністю відповідає заявленій меті та поставленим завданням дослідження, що забезпечує комплексне розкриття наукової проблеми створення будівельних матеріалів на основі поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізобетонних шпал. Дисертація охоплює всі необхідні етапи наукового дослідження від аналізу сучасного стану питання та формування теоретичних засад до експериментальної перевірки, моделювання, інтерпретації результатів і практичного впровадження, що свідчить про її завершеність і цілісність. Практичне впровадження розроблених матеріалів, а також відповідність змісту дисертації спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» засвідчують його значущість для галузі.

У дисертації коректно наведено посилання на використані джерела, дотримано вимог до цитування, а виклад матеріалу не містить ознак запозичень без посилань чи інших порушень академічної доброчесності. Представлені результати узгоджуються з сучасним рівнем наукових досліджень, а їх новизна підтверджується публікаціями автора у фахових виданнях та апробацією на наукових заходах. У цілому дисертаційна робота відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць на здобуття ступеня доктора філософії та демонструє дотримання принципів академічної доброчесності на всіх етапах її виконання.

Мова та стиль викладення результатів. Мова дисертаційного дослідження – українська. У дисертації матеріал викладено послідовно та логічно, що забезпечує цілісне сприйняття змісту й чітке розкриття основних положень дослідження. Текст характеризується доступністю подання складних наукових положень, що досягається завдяки коректному поєднанню теоретичних узагальнень, аналітичних міркувань та результатів експериментів. Стиль мовлення є науковим, виваженим і відповідає вимогам академічного письма, а використана термінологія – загальноприйнята у галузі будівельних матеріалів і матеріалознавства, що забезпечує однозначність трактування понять. У роботі дотримано норм фахової мови, коректно застосовано спеціальні терміни, позначення та скорочення. Структура тексту сприяє логічному переходу між розділами, а викладення матеріалу відзначається чіткістю, аргументованістю та відповідністю науковим стандартам.

Структура роботи. Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури із 161 найменування та додатків. Загальний обсяг дисертації – 167 сторінок, з яких – 113 основного тексту.

У вступній частині дисертації подано розгорнуту характеристику дослідження, обґрунтовано актуальність обраної тематики, визначено її зв'язок із науковими програмами, сформульовано мету, об'єкт, предмет і завдання роботи, а також

викладено наукову новизну, достовірність і практичну значущість отриманих результатів разом із відомостями про їх упровадження.

Перший розділ узагальнює світовий і вітчизняний досвід перероблення бетонних відходів та їх використання у будівельних матеріалах. Показано, що зростання обсягів відходів, особливо в умовах руйнування інфраструктури України, робить переробку бетону важливою складовою сталого розвитку. Проаналізовано нормативні підходи та технології отримання вторинних заповнювачів і їх вплив на властивості бетонів. Узагальнено дані щодо впливу гранулометрії, водопоглинання та мікроструктури вторинних матеріалів, а також окреслено невирішені наукові питання, пов'язані з використанням відходів залізобетонних шпал.

Другий розділ містить опис матеріалів і методів дослідження, зокрема характеристику портландцементу, поліметилметакрилату, природних і рециклінгових заповнювачів, отриманих шляхом подрібнення залізобетонних шпал. Описано стандартні методи визначення фізико-механічних властивостей заповнювачів, розчинів і бетонів, а також фізико-хімічні методи. Також описано прискорений спосіб визначення гранулометричного складу та округлості частинок за допомогою цифрової обробки зображень.

У третьому розділі викладено теоретичні основи підвищення ефективності матеріалів на основі рециклінгових заповнювачів. Обґрунтовано вплив якості поверхні та структурної сумісності частинок із цементною матрицею, показано ефективність механічного очищення та хімічної модифікації. Розглянуто структурний підхід до оптимізації складів матеріалів, що базується на багаторівневій моделі будови бетону, та наведено числові параметри, які визначають оптимальне розташування частинок. На основі цього підходу розроблено методику визначення оптимального гранулометричного складу дрібних фракцій подрібнених відходів бетону для їх ефективного використання як наповнювача в цементно-піщаних розчинах. Запропоновано алгоритм підбору складу матеріалів, що враховує середній розмір частинок піску, кількість шарів дрібного наповнювача та оптимальні значення коефіцієнтів розсування. Побудовано номограми та аналітичні залежності для визначення параметрів найщільнішої упаковки частинок.

Четвертий розділ надає результати експериментів, які підтверджують ефективність очищення та модифікації рециклінгових заповнювачів, оптимальні умови формування міцності та закономірності зміни пористості. Показано, що використання рециклінгових фракцій за оптимальних параметрів забезпечує підвищення щільності структури та покращення фізико-механічних властивостей бетонів, будівельних розчинів і наповнених полімерних матеріалів.

П'ятий розділ присвячено практичному впровадженню розроблених полімернаповнених композиційних матеріалів, зокрема їх використанню під час ремонту пошкоджених опор залізничного мосту. Отримані показники міцності підтвердили ефективність технології в реальних умовах. Наведено результати розрахунку вуглецевого сліду, які засвідчили зменшення викидів CO_2 на 13 % завдяки заміні природних компонентів переробленими заповнювачами та частковому

заміщенню цементу. Показано також інтеграцію результатів дослідження в освітній процес підготовки фахівців у галузі будівництва та залізничного транспорту.

У загальних висновках підсумовано виконання поставлених завдань і ступінь досягнення мети дослідження. В додатках розміщено матеріали, що ілюструють основні частини роботи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи. Наукові результати дисертації висвітлені у 17 наукових публікаціях здобувача, серед яких 8 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому в базі даних Scopus; 1 патент України на корисну модель. Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях. Наукові публікації здобувача відповідають тематиці дисертаційного дослідження та системністю у висвітленні результатів, отриманих у процесі роботи. Особистий внесок здобувача у співавторських роботах є суттєвим і чітко окресленим. Загалом наукові публікації здобувача повністю відповідають вимогам МОН України до робіт на здобуття ступеня доктора філософії, відображають основні результати дисертації та підтверджують самостійність, доброчесність і наукову компетентність автора.

Окремі дискусійні питання і зауваження.

У дисертаційній роботі наявні окремі аспекти, що можуть бути предметом подальшого уточнення або дискусії.

1. На нашу думку, автор суттєво обмежив отримані результати досліджень бетоном залізничних залізобетонних шпал. Чим, наприклад, відрізняється важкий бетон колон і ригелів промислових будівель, залізобетонних стійок опор електропередач, фундаментів будівель? Якщо є якісь особливості бетону саме залізобетонних шпал, то автор дисертації не пояснив це. Отримані закономірності, на нашу думку, притаманні і заповнювачам із бетонів інших типів залізобетонних конструкцій.
2. Для дисперсних систем важливим параметром є поверхнева енергія, яка змінюється в технологічному процесі отримання рециклінгових заповнювачів. Нажаль, автор не приділив достатньої уваги цьому параметру, який має суттєвий вплив на характеристики композитів.
3. Для покращення властивостей заповнювача автор рекомендує обробку його силікатом натрія. Але відомо, що силікат натрію (рідке скло) має відносно низьку водостійкість. При тривалому впливі води або високій вологості затверділий продукт може поступово розчинятися або гідролізуватися, що призводить до зниження міцності та втрати властивостей. Тому матеріали на основі силікату натрію не рекомендується використовувати в конструкціях, що піддаються тривалому впливу води або вологого середовища.
4. Автор не наводить статистичні характеристики експериментальних досліджень: результати планування експериментів, кількість зразків, коефіцієнт

варіації тієї чи іншої характеристики, коефіцієнти кореляції, що важливо для оцінки достовірності результатів до сліджень.

5. Для впровадження (трансферу) інноваційних технологій, отриманих автором, необхідно привести технологічну схему процесу переробки будівельних залізобетонних відходів з реальними енергетичними параметрами. Лабораторне обладнання суттєво відрізняється від обладнання промислових ліній.

6. Відсутня техніко-економічна оцінка композитів, отриманих з використанням рециклінгових заповнювачів, що перешкоджає комерціалізації результатів досліджень.

Наведені зауваження не є вирішальними і не впливають на рівень наукової новизни або практичну цінність отриманих результатів, а також не змінюють загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Зінченка Олексія Сергійовича на тему «Бетони, будівельні розчини та композиційні полімерні матеріали з використанням поліфракційних рециклінгових наповнювачів із залізничних залізобетонних шпал» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для забезпечення цілей сталого розвитку будівельної галузі. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 р. № 44.

Здобувач Зінченко Олексій Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 19 Архітектура та будівництво за спеціальністю192 Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент:

проректор з науково-педагогічної роботи,
міжнародної діяльності та інноваційного розвитку
Українського державного університету науки і технологій,
д.т.н., професор кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій

Підпис Микола САВИЦЬКИЙ засвідчую:
Заступник начальника відділу кадрів
УДУНТ Зоя ГАРБУЗ

Микола САВИЦЬКИЙ