

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства
Національного університету водного господарства та природокористування
Житковського Вадима Володимировича
на дисертаційну роботу **Рихліцької Оксани Віталіївни**
на тему:

«Бетони з підвищеними експлуатаційними властивостями на основі заповнювачів рециклінгу бетону»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 19
Архітектура та будівництво
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

Актуальність теми дисертації.

Одним із шляхів сталого розвитку у технології будівельних матеріалів є зниження частки використання природних сировинних матеріалів. У цьому напрямку найважливішу роль відіграє застосування у якості компонентів бетону відходів різних виробництв та техногенних продуктів, котрі, у свою чергу, теж створюють значне екологічне навантаження на навколишнє середовище, займаючи під відвали значну площу земляних угідь, забруднюючи ґрунти, ґрунтові води та повітря. Одним із видів великотоннажних техногенних відходів є відходи у вигляді зруйнованих будівельних конструкцій і, зокрема, бетонних та залізобетонних конструкцій. Використання таких відходів при виготовленні нового бетону дає можливість не лише знизити витрати природних матеріалів, але і зменшити можливі викиди вуглекислого газу за рахунок скорочення використання цементного клінкеру, так як подрібнений бетон може мати і в'язучі властивості. Саме тому актуальність даної теми дисертаційного дослідження Рихліцької Оксани Віталіївни не викликає сумнівів. Крім вище сказаного, особливу актуальність дана робота набуває у світлі тих жахливих руйнувань, які зазнає Україна через війну. Тому використання перероблених відходів зруйнованих будівель – це один з кроків до відбудови нашої країни.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі будівельного виробництва Національного університету «Львівська політехніка» в межах держбюджетних тем МОН України (номер держреєстрації 0119U002253, 2019-2021 рр.; номер держреєстрації 0122U000959, 2022-2023 рр.), відповідно до тематичного плану Міністерства освіти і науки України.

Аналіз основного змісту роботи, її наукової новизни, ступеня обґрунтованості наукових положень та висновків.

Основні наукові положення полягають у вирішенні завдання отримання бетону з підвищеними якісними показниками на базі заповнювача, отриманого шляхом подрібнення бетонного лому шляхом оптимізації зернового складу заповнювача та використання комплексної органо-мінеральної добавки, що включає суперпластифікатор полікарбоксилатного типу та мінеральну складову, яка вміщує золу виносу та мікрокремнезем. Дані шляхи дозволяють модифікувати структуру цементного каменю та бетону, забезпечуючи підвищені експлуатаційні властивості.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів і запропонованих автором рішень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації, котрі сформульовані в дисертаційній роботі Рихліцької О.В., добре теоретично обґрунтовані та підтверджені застосуванням сучасних фізико-хімічних методів досліджень, таких як рентген-фазовий аналіз, диференційно-термічний аналіз, растрову електронну та оптичну мікроскопію, а також проведенням експериментальних досліджень з використанням математичного планування експерименту та застосуванням методів математичної оптимізації за отриманими експериментально-статистичними моделями. Достовірність результатів забезпечується застосуванням стандартних методів, апробованих методик і відтворюваністю експериментальних результатів.

Практичне значення отриманих результатів. На основі отриманих експериментальних даних дисертанткою отримано комплекс математичних моделей необхідних технічних характеристик та розроблено ефективні склади бетонів на основі портландцементу з вапняком з використанням заповнювачів з переробленого бетону, впровадження яких проводили на ТЗОВ «Бетонікс» для влаштування монолітного залізобетонного перекриття третього поверху житлового багатоквартирного будинку в кількості 35 м³. За технологією монолітного будівництва проведено дослідно-промислову апробацію розроблених бетонів для влаштування залізобетонного перекриття.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота аспірантки Рихліцької О.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 Архітектура та будівництво).

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача в науковий напрям щодо розроблення бетонів з підвищеними експлуатаційними властивостями на основі заповнювачів рециклінгу бетону.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Рихліцької Оксани Віталіївни є результатом самостійних досліджень здобувача та не містить елементів фальсифікації, копіювання, фабрикації,

плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають відповідні посилання.

Основна частина дисертаційної роботи складається з анотації, вступу, п'яти розділів, списку використаних джерел із 138 найменувань та шести додатків. Робота викладена на 175 сторінках друкованого тексту, містить 35 таблиць та 70 рисунків. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

Дисертантка досить ретельно проаналізувала стан проблеми (**розділ 1**) де висвітлила особливості існуючі способи зниження цементу та бетону на навколишнє середовище. У розділі було розкрито вплив, котрий створюють заповнювачі (звичайні та на основі бетонного брухту) на структуру бетону та витрату клінкерної складової бетону, показано існуючий стан використання заповнювачів із переробленого бетону та його ефективність у бетонах з підвищеними якісними показниками. Проведений аналіз методів керування процесами структуроутворення цементного каменю та формування контактної зони бетонів на основі вторинних заповнювачів бетону. Досліджено методи підвищення довговічності бетонів на основі таких заповнювачів. У кінці розділу було сформульовано робочу гіпотезу та представлено блок-схему досліджень.

У **другому розділі** представлені характеристики матеріалів, котрі були використані у дослідженнях, методики проведення експериментів, методи обробки результатів. Зокрема досить детально показано і проаналізовано результати хімічного, рентген-фазового, мікроскопічного аналізу в'язучих та активних мінеральних добавок. Значна увага у розділі присвячена особливостям будови і впливу на бетонні суміші хімічних добавок полікарбонатного типу. Також зроблений детальний аналіз заповнювачів, що були використані у роботі.

Однак у розділі доцільно було б описати метод математичного планування експерименту, що використовувався у роботі, також методи математичної оптимізації, котрі згадуються у експериментальних розділах.

У **третьому розділі** наведено результати досліджень впливу заповнювача з подрібненого бетону та комплексної активної мінеральної добавки на гідратацію цементного каменю та властивості дрібнозернистого бетону. Детально проаналізовано якісні показники заповнювача отриманого шляхом подрібнення бетонних кубів. Встановлено оптимальний зерновий склад суміші заповнювачів (звичайний та отриманих із переробленого бетону), що забезпечує отримання дрібнозернистого бетону з максимальними значеннями міцності. Показано, що комплексна активна мінеральна добавка, що включає золу винесення, мікрокремнезем та полікарбонатний суперпластифікатор забезпечує максимальний приріст міцності у різні терміни твердіння за рахунок

значного водоредукуючого ефекту активного впливу на процеси гідратації цементного каменю. Ці висновки підтверджені проведеним диференціально-термічним аналізом та даними растрової електронної мікроскопії.

У **четвертому розділі** виконано проектування та оптимізація складів швидкотверднучих модифікованих бетонів на основі заповнювачів із подрібненого бетону шляхом підбору зернового складу суміші заповнювачів та застосування експериментально-статистичних моделей, отриманих із використання методів математичного планування експерименту. Показані дослідження мікро- та мезоструктури отриманих бетонів оптимального складу. Досліджений комплекс будівельно-технічних властивостей таких як міцність, пористість та водопоглинання, деформативність, морозостійкість, водонепроникність. Також досліджено легковкладальність та її збереження у часі. Встановлено, що за рахунок формування щільної структури, отриманої у результаті оптимізації гранулометричного складу заповнювача та модифікації цементного каменю комплексною органо-мінеральною добавкою можливе отримання високоміцних бетонів з підвищеними показниками довговічності.

У **п'ятому розділі** роботи показані результати впровадження результатів досліджень при виготовленні будівельних конструкцій на реальних підприємствах (Beton Racio та ТзОВ «Бетонікс»). Виготовлення заповнювача з переробленого бетону здійснювалось з використанням мобільної дробильної установки Nordtrack. Зроблено техніко-економічне обґрунтування використання розроблених технологій.

Із розділу, однак, не зовсім зрозуміло чи було використано під час впровадження розробки щодо оптимізації зернового складу заповнювача, результатів математичного моделювання та чи здійснювалось модифікування цементного каменю даного бетону комплексною органо-мінеральною добавкою.

Висновки до роботи досить повно відображають цінність проведених досліджень. Дисертація виконана з використанням сучасної технічної термінології. Ілюстрації, схеми, таблиці добре доповнюють текстовий матеріал. Оформлення роботи відповідає вимогам щодо присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань.

Повнота викладення результатів роботи у наукових працях. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України, 1 – у науковому періодичному виданні іншої держави, 1 – у виданні, що входить до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 3 публікації у матеріалах міжнародних конференцій та 1 патент на винахід.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У роботі, у якості вихідного сировинного матеріалу для дослідження, було використано перероблений бетон, що отриманий шляхом подрібнення у щоківій дробарці зразків-кубів важкого бетону класу С20/25. На нашу думку, такий вибір значно зменшує можливість адекватного практичного використання результатів отриманих у роботі, так як практично не відображає реальні властивості відходів у вигляді подрібнених бетонних конструкцій.
2. При плануванні досліджень слід було додатково передбачити вивчення впливу мінливості переробленого бетону з позиції міцності зерен, можливого вмісту пилу, органічних чи інших домішок, а також розглянути можливість активації зерен заповнювача на предмет пробудження в'язучих властивостей у затверділого цементного каменю.
3. У п. 3.2 наведені дослідження впливу крупності природних пісків та вмісту суперпластифікатора на властивості дрібнозернистого бетону, котрі практично не пов'язані із завданнями роботи і не містять наукової цінності.
4. У п. 3.2 наведені результати досліджень впливу різних видів суперпластифікаторів полікарбоксилатного типу на властивості дрібнозернистого бетону (PCE-1...PCE-3), однак у подальших дослідженнях, суперпластифікатор було позначено як PCE, тому не зрозуміло про який тип йдеться.
5. На с. 105 (п.3.4) вказано, що «будова молекул водорозчинних карбоцепних суперпластифікаторів передбачає таке хімічне модифікування карбоксиловмісних полімерів, яке дозволяє ввести в ці макромолекули довгі бічні олігоалкіленоксидні ланцюги через утворення відповідних складнофірних або амідних груп», однак це твердження не пов'язане з предметом дослідження, при чому не зрозуміло чи має використаний суперпластифікатор PCE таку структуру ланцюга чи ні.
6. У розділі 4 у поясненні до формули (4.2) наведені показники (w_k - загальний водневий показник, л/кг, w_c - водний індекс цементу) зміст яких у роботі не розкрито.
7. На с.122 (п. 4.2) вказано, що «Для пошуку значень змінних факторів X_1 (витрата ЗРБ) і X_2 (кількість PCE), при яких досліджувані функції приймають максимальні значення, використали дисоціативно-кроковий метод оптимізації», однак результати оптимізації складу бетону за отриманими математичними моделями у роботі не наведені.

Наведені зауваження не носять принципового характеру і в перспективі можуть бути враховані автором при проведенні подальших досліджень.

Висновок про дисертаційну роботу.

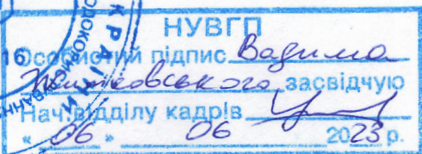
Дисертаційна робота Рихліцької О.В. за об'ємом досліджень, рівнем їх виконання, новизною є завершеною науково-дослідною роботою, в якій одержані нові теоретично обґрунтовані та практично цінні результати, що забезпечують розв'язання значної прикладної проблеми в напрямку підвищення експлуатаційних властивостей бетонів, їх екологічної ефективності, ресурсозбереження та утилізації відходів у будівництві.

В цілому, дисертаційна робота Рихліцької Оксани Віталіївни на тему «Бетони з підвищеними експлуатаційними властивостями на основі заповнювачів рециклінгу бетону» за рівнем її наукової новизни і практичного значення відповідає встановленим вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор – Рихліцька О.В. заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 19 Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент:

Доцент кафедри технології
будівельних виробів і матеріалознавства
Національного університету
водного господарства
та природокористування
кандидата технічних наук, доцент

Вадим ЖИТКОВСЬКИЙ



Alexander Usov