

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Рихліцької Оксани Віталіївни
на тему: **«Бетони з підвищеними експлуатаційними властивостями на
основі заповнювачів рециклінгу бетону»**,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 Архітектура та будівництво
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

Структура та обсяг дисертації. Повний обсяг дисертації становить 176 сторінок та включає 37 таблиць, 71 рисунок, список використаних джерел із 138 найменувань на 14 сторінках і 6 додатків на 11 сторінках.

Актуальність дисертаційної роботи. Бетон є одним із найбільш використовуваних матеріалів для реалізації інфраструктурних проектів у світі. Тому його виробництво та застосування має величезні економічні та екологічні наслідки. На сучасному етапі основною тенденцією розвитку будівельної галузі є перехід на ресурсозберігаючі технології виробництва будівельних матеріалів. В той же час, за рахунок знесення будівель і споруд, а також руйнування бетонних конструкцій внаслідок військових дій в Україні, утворюється значна кількість будівельних відходів, серед яких бетонні становлять близько 50%. У сучасному будівництві досить широко використовують заповнювачі рециклінгу бетону як часткову заміну природних заповнювачів, зокрема гранітного щебеню в складах товарних бетонів. Однією з вагомих переваг їх застосування є менша вартість та екологічність порівняно з гранітним щебенем. Тому розроблення екоефективних модифікованих бетонів на основі заповнювачів рециклінгу бетону з підвищеними експлуатаційними властивостями визначає актуальність дисертаційної роботи.

Актуальність напряду досліджень підтверджується тим, що вона виконувалась відповідно до держбюджетних тем за тематичним планом Міністерства освіти і науки України “Лужно-сульфатноактивовані композиційні цементы з високою ранньою міцністю та низькоенергоємні бетони на їх основі” (номер держреєстрації 0119U002253), «Розроблення основ технологій швидкотверднучих надвисокоміцних інженерних цементуючих композитів з високими експлуатаційними властивостями» (номер держреєстрації 0122U000959).

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

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

У **вступі** обґрунтована актуальність роботи, визначено її спрямування та розкриті завдання, що підлягає вирішенню; сформульовані положення, які автор виносить на захист: мета та завдання досліджень, наукова новизна і практична цінність результатів роботи, а також особистий внесок здобувача.

У першому розділі здобувачем проаналізовано тенденції низьковуглецевого розвитку у будівельній галузі, акцентовано увагу на проблемі значної кількості будівельних відходів, утворених від зруйнованих об'єктів цивільної інфраструктури, в тому числі в результаті військових дій в Україні. На основі узагальнень сучасних теоретичних і експериментальних досліджень зроблено висновок про перспективність повторного застосування перероблених відходів будівництва, як заміни традиційних заповнювачів в складах бетону, а також проаналізовано їх вплив на технічні, економічні та екологічні показники бетонів. Розглянуто методи керування процесами структуроутворення цементної матриці для формування підвищених експлуатаційних властивостей бетонів на основі заповнювачів рециклінгу бетону. У розділі також наведена блок-схема досліджень, яка у логічній послідовності відображає всі етапи досліджень. Перший розділ базується на опрацюванні сучасних літературних джерел, критичний огляд яких дав змогу чітко сформулювати мету, завдання досліджень та наукову гіпотезу.

Другий розділ присвячено характеристиці матеріалів (портландцементів, активних мінеральних добавок пуцоланічної дії, полікарбосилатних суперпластифікаторів на різній полімерній основі, заповнювачів) та опису методів досліджень, використаних у роботі. Обрані матеріали та методи дали змогу здобувачці розв'язати завдання з підвищення експлуатаційних характеристик бетонів на основі заповнювачів рециклінгу бетонів.

У третьому розділі наведено результати досліджень гранулометричного складу заповнювачів рециклінгу бетону згідно з ДСТУ Б В.2.7-71 та ДСТУ EN 933-1. З використанням методів фізико-хімічного аналізу, зокрема мікроскопії та рентгенівської дифрактометрії досліджено якісний та кількісний фазовий склад різних фракцій заповнювачів рециклінгу бетону. З метою покращення мезоструктури бетонів проведено оптимізацію зернового складу кварцового піску та дрібного заповнювача рециклінгу бетону. З використанням оптимізованих складів пісків досліджено міцність модифікованих дрібнозернистих бетонів. Для модифікування структури бетону на мікрорівні використано високодисперсну пуцоланову мінеральну добавку на основі золи-винесення і мікрокремнезему в поєднанні з полікарбосилатним суперпластифікатором. З використанням методів рентгенівської дифрактометрії та електронної мікроскопії проведено дослідження особливостей структуроутворення модифікованої цементної матриці, результати яких свідчать про створення однорідної, щільної дрібнодисперсної мікроструктури цементного каменю у присутності комплексного модифікатора, яка сприяє підвищенню міцності бетонів.

У четвертому розділі запроєктовано склади модифікованих еко-ефективних бетонів на основі суміші заповнювачів з використанням заповнювачів рециклінгу бетону оптимізованої гранулометрії із застосуванням методу математичного моделювання експерименту.

Встановлено, що модифіковані бетони із заміною у складі 50% гранітного щебеню на заповнювачі рециклінгу через 2 доби характеризуються міцністю 29,8 МПа, а через 28 діб – 59,3 МПа, що відповідає класу міцності на стиск С35/45. Встановлено, що найслабшим місцем в бетоні є контактна зона між заповнювачем і цементним каменем. Показано, що на мікроструктуру цієї зони можна впливати за рахунок введення високодисперсних пуцоланових мінеральних добавок і полікарбоксилатного суперпластифікатора. Розроблені склади високоєфективних модифікованих бетонів на основі заповнювачів рециклінгу (заміна 50%) характеризуються класом міцності С50/60. Представлено результати досліджень технологічних та експлуатаційних властивостей модифікованих екоєфективних бетонів.

У п'ятому розділі наведено результати дослідно-промислової апробації екоєфективних бетонів з підвищеними експлуатаційними властивостями на БК «Вікінг» при влаштуванні монолітного залізобетонного перекриття. Виконано розрахунок техніко-економічної ефективності виробництва швидкотверднучих екоєфективних бетонів з використанням заповнювачів рециклінгу бетону.

Значний комплекс експериментальних досліджень, виконаних із застосуванням сучасних фізико-хімічних методів і математично-статистичного моделювання, дає підстави вважати основні наукові положення дисертації достатньо обґрунтованими.

Наукова новизна. Суттєвим елементом наукової новизни, що визначає цінність дисертаційної роботи є встановлення особливостей фазового складу та направленою регулювання процесів структуроутворення в контактній зоні бетону на макро- мезо- та мікрорівнях за рахунок модифікування поверхні заповнювачів рециклінгу бетону високодисперсною активованою пуцолановою мінеральною добавкою «зола-винесення-мікрокремнезем» у поєднанні з суперпластифікаторами на основі модифікованих акрилових полімерів. Крім того, удосконалено підхід до оптимізації мезоструктури дрібнозернистих бетонів з використанням заповнювачів різного генезису і зернового складу для отримання максимальної міцності, а також досліджено вплив комплексного модифікування на властивості дрібнозернистого бетону з використанням заповнювача рециклінгу бетону.

Практична цінність представленої роботи полягає у розробленні складів екоєфективних модифікованих бетонів з підвищеними експлуатаційними характеристиками на основі заповнювачів рециклінгу бетону та поліфракційного зернового складу змішаного заповнювача на основі гранітного та рециклінгового. Слід відзначити, що результати дисертаційної роботи апробовані на ТзОВ «Бетонікс»: екоєфективні товарні бетони на основі заповнювачів рециклінгу бетону впроваджені для влаштування монолітного залізобетонного перекриття житлового багатоквартирного будинку, що підтверджено актами впровадження.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Рецензентом в дисертації та роботах здобувача не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, що могли б поставити під сумнів дотримання норм академічної доброчесності або самостійність виконання дослідження.

Повнота викладення результатів у опублікованих працях. Основні положення дисертації достатньо повно висвітлені у 9 наукових працях, 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, 1 патент на винахід та 3 публікації у матеріалах міжнародних конференцій.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. В дисертаційній роботі досліджено вплив полікарбоксилатних суперпластифікаторів на різній полімерній основі та вибрано суперпластифікатори на основі поліакрилатів модифікованих. В той же час, не повністю розкрито механізм їх впливу на рухомість бетонних сумішей та її збережуваність в часі.

2. Для керування процесами структуроутворення у контактній зоні у роботі використано комплексну добавку на основі золи-винесення та мікрокремнезему. При цьому не зрозуміло, на чому базується обране кількісне співвідношення зола-винесення:мікрокремнезем як 74:26 (с. 51) у складі активованої високодисперсної мінеральної добавки. Також неясно, чи враховували k-фактор згідно з ДСТУ Б В 2.7-176:2008 при використанні АДМ в розроблених екобетонах на рівні 100 кг на 1 м³.

3. У третьому розділі досліджено властивості дрібного заповнювача на основі відходів бетону, оптимізовано гранулометричний склад дрібного заповнювача з використанням заповнювача рециклінгу бетону, проте в четвертому розділі відходи бетону використані лише як заміна крупного заповнювача. З практичної точки зору інтерес представляє дослідження комплексної заміни гранітного щебеню та природного піску.

4. При дослідженні властивостей заповнювачів рециклінгу бетону (табл. 3.1) наведено значення повних залишків на ситах D - 56,33 % та 1,25D - 18,33 %, що не відповідає заявленій фракції 5-20 мм згідно з ДСТУ Б В 2.7-74. У табл. 3.2 автор наводить значення ВПП для заповнювача рециклінгу 0 %, проте подальші дослідження вказують на наявність фаз, які розкладаються з втратою маси в різних температурних інтервалах.

5. В розділі 4 представлені результати основних будівельно-технічних властивостей розроблених модифікованих бетонів. Разом з тим, ці дані слід доповнити результатами усадочних деформацій у різних умовах тверднення, а також дослідити вплив використаної АМД, яка активно зв'язує Ca(OH)₂, на стан арматури у розроблених екобетонах, як основну проблему корозії залізобетонних конструкцій.

Висловлені зауваження не носять принципового характеру, не знижують наукову цінність і новизну представленої роботи.

Дисертаційна робота Рихліцької О.В. на тему «Бетони з підвищеними експлуатаційними властивостями на основі заповнювачів рециклінгу бетону» за актуальністю, обсягом виконаних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичної цінності, повнотою викладу результатів досліджень у наукових виданнях є завершеною науковою працею, відповідає спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 Архітектура та будівництво) та вимогам, передбаченими наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» і «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 № 44 від 12 січня 2022 року. Враховуючи належний науковий рівень виконання дисертаційної роботи та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності, вважаю, що Рихліцька Оксана Віталіївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія з галузі знань 19 Архітектура та будівництво.

Рецензент

Професор кафедри будівельного виробництва
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., професор

Уляна МАРУЦАК

Особистий підпис д.т.н., професора Уляни МАРУЦАК засвідчую

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ