

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Смирнова Антона Сергійовича
на тему «БЕТОНИ З ВИКОРИСТАННЯМ КРУПНОГО ЗАПОВНЮВАЧА
РЕЦИКЛІНГОВОГО ПОХОДЖЕННЯ»,
представленої на здобуття ступеня доктора філософії у спеціалізовану вчену
раду ДФ 08.084.42 при Українському державному університеті науки та
технологій Навчально-науковому інституті «Придніпровська державна
академія будівництва та архітектури» за спеціальністю 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»

Детальний аналіз дисертаційної роботи Смирнова Антона Сергійовича на тему «Бетони з використанням крупного заповнювача рециклінгового походження» та розгляд його наукових публікацій дозволяє сформулювати наступні висновки, а також надати загальну оцінку проведеного дослідження.

Актуальність теми дисертації

Для післявоєнного відновлення країни знадобиться велика кількість матеріалів, частка яких в загальній вартості будівництва може сягати 50%. Для зниження собівартості об'єктів доцільним є повторне застосування матеріалів з відходів, утворених в результаті руйнувань та після демонтажу. В квітні 2022 р. в Мінрегіоні заявили про розробку механізмів повторного використання таких будівельних відходів. Мова йде про мільйони тон будівельного сміття. Існуючі полігони для збирання відходів не здатні впоратись з такими обсягами. Сьогодні в Україні для цієї мети впроваджується відповідна нормативна база. Ще у 2017 р. Кабінетом міністрів схвалено Національну стратегію управління відходами. В цій стратегії поставлені амбітні цілі щодо досягнення рівня переробки відходів будівництва у 70%. Також вже у 2022 р. були введені в дію актуальні для сьогодення документи, що регулюють порядок поводження з відходами, утвореними в результаті бойових дій. Тепер підрядники, що здійснюють ліквідацію наслідків збройної агресії, зобов'язані здійснювати заходи щодо повторного застосування будівельних відходів.

На даний момент встановлено, що, наприклад, під час переробки бетонного брухту витрачається в 8 разів менше енергії, ніж на видобуток природного щебня. Але до сьогодні в Україні через різні причини рециклінгові матеріали активно не застосовувались, а значить ця галузь дозволить створити нову високотехнологічну індустрію, яка посяде визначне місце в усьому ланцюгу будівельного виробництва. Найбільш очевидним є варіант використання подрібнених бетонних відходів в якості щебня для виробництва нових бетонів. В США, Японії та Євросоюзі такі заповнювачі вже зараз включені у відповідні стандарти. Для розробки аналогічних нормативних документів в Україні необхідно визначити характерні особливості рециклінгових заповнювачів, закономірності формування структури бетону з такими заповнювачами та визначити підходи до розрахунку складів бетонів з ними.

З огляду на вищенаведене, дисертаційна робота Смирнова Антона Сергійовича, в якій запропонований удосконалений метод підбору складу бетону з крупним заповнювачем рециклінгового походження з урахуванням його особливостей, є **актуальною**.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність наукових положень та зроблених на їх основі висновків досягається завдяки:

- значному обсягу проведених теоретичних та практичних досліджень;
- застосуванню стандартних методик фізико-механічних випробувань компонентів та бетону;
- впровадженню отриманих результатів у практику будівництва, в освітній процес в ПДАБА, а також апробацією отриманих результатів роботи на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях та інших наукових заходах.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів

Як наукову новизну слід відзначити встановлені автором на основі експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей крупного заповнювача рециклінгового походження закономірності формування структури бетону з таким заповнювачем. Автором запропоновано удосконалений метод розрахунку складу бетону, в якому врахована можливість застосування крупного заповнювача рециклінгового походження в бетонах класів міцності до С20/25 для певного виду конструкцій за рахунок якісного фракціонування, перемішування, формування зернового складу та достовірного визначення фактичних характеристик.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що автором запропоновані рекомендації щодо формування раціонального зернового складу рециклінгового крупного заповнювача безпосередньо в умовах майданчиків знесення будівель і споруд. Також запропонована методика розрахунку складу бетону з таким заповнювачем класів міцності до С20/25 для певного виду конструкцій, визначено поправки для визначення водоцементного співвідношення та витрат води, які враховують особливості заповнювача.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертації опубліковані у 9 наукових працях, серед них 4 статті у наукових фахових виданнях України, що входять до переліку МОН України категорії «Б». Результати досліджень достатньо апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях і семінарах, про що свідчить 5 публікацій тез доповідей, з них одна англійською мовою. Аналіз публікацій свідчить, що вони достатньо повно висвітлюють наукові положення та висновки, що містяться в дисертації.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення

Представлена на рецензію дисертаційна робота написана українською мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Дисертація складається з переліку скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків.

Загальний обсяг дисертації складає 182 сторінки, у тому числі основна частина складає 163 сторінки, список використаних джерел – 13 сторінок і додатки – 6 сторінок.

У **вступі** обґрунтовується актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мета та завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, а також наукова та практична новизна отриманих результатів. Описано особистий внесок здобувача та представлена інформація щодо апробації результатів дисертаційних досліджень та публікацій.

Перший розділ присвячено аналізу джерел утворення бетонних та залізобетонних відходів. Розглянуто світовий досвід використання подрібненого бетону в якості заповнювачів для нового бетону. Проаналізована література щодо відомих на даний момент особливостей заповнювачів з подрібненого бетонного брухту. На основі аналізу прийнятого в Україні розрахунково-експериментального методу підбору складу важкого бетону та оцінки його придатності у випадку застосування крупного заповнювача рециклінгового походження сформульовані теоретичні передумови дослідження та описані його обмеження умов.

В **другому розділі** автором описані застосовані під час дослідження матеріали та описані методи дослідження.

Третій розділ присвячено визначенню фізико-механічних характеристик крупного заповнювача рециклінгового заповнювача. Встановлено, що зерновий склад суміші фракцій більше 5 мм в цілому відповідає вимогам, що встановлені до гранулометричного складу крупного заповнювача в бетоні. Виконана класифікація заповнювача насипною густиною, середньою густиною та формою зерен, вмістом лещадних зерен. Виявлено, що головним фактором, що має визначальний вплив на властивості заповнювача, є наявність залишкового розчину на зернах щебня, а також встановлені закономірності між його вмістом та крупністю зерен. На основі виявлених характеристик та закономірностей запропоновані рекомендації щодо формування раціонального зернового складу крупного заповнювача рециклінгового походження.

В **четвертому розділі** виконано математичне планування двофакторного експерименту. Факторами, що варіювалися, зазначено цементно-водне співвідношення та водопотреба бетонної суміші. За результатами експерименту складені рівняння регресії, що встановлюють залежності між факторами варіювання та легкоукладальністю бетонних сумішей і міцністю бетону дослідних зразків. Виходячи з умов рівнорухливості бетонних сумішей та рівномірностей бетонів на

натуральному крупному заповнювачі та рециклінговому та розв'язавши отримані рівняння регресії автором розраховані поправки до коефіцієнту якості заповнювачів ($\Delta A = -0,05$) та до витрати води (1,4-1,6% від вмісту рециклінгового заповнювача).

В п'ятому розділі наведено результати виробничої апробації результатів дослідження під час розрахунку складу бетону для влаштування підлоги в складському приміщенні в м. Дніпро. Виконана оцінка економічного та екологічного ефектів від заміщення натурального крупного заповнювача на рециклінговий.

У загальних висновках викладено основні результати виконаного дослідження.

В роботі є деякі неточності редакційного характеру, проте загалом вона достатньо добре оформлена та характеризується логічною послідовністю викладення матеріалу.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі

У процесі аналізу змісту й структури дисертації виникли такі зауваження змістовного характеру:

1. В розділах 2 та 4 автор для визначення міцності бетону на стиск випробовує по 3 зразки. З точки зору отримання достовірних даних та для більш коректного розрахунку коефіцієнтів варіації доцільно випробовувати не менше 6 зразків.

2. В табл. 4.5 на с. 98 відсутня нумерація колонок, хоча по тексту (п.п. 4.2.4, 4.2.5) зустрічаються посилання саме на номери стовпчиків.

3. В табл. 4.20 на с. 117-119 автором наведені отримані ним значення водопоглинання зразків-кубів з бетону на РКЗ. Але по тексту відсутня інформація щодо того, водопоглинання яких зразків визначалось – висушених до постійної маси чи витриманих в нормальних умовах.

4. По тексту дисертаційної роботи автором часто застосовується термін «легкоукладальність», який характеризує жорсткість бетонних сумішей. При цьому у всіх випробуваннях автор вирішує двопараметричну задачу під час розрахунку складу бетону та задається осадкою конуса, яка є показником рухомості бетонної суміші.

5. В різних пунктах та розділах дисертації автор використовує поняття то водо-цементного співвідношення, то цементно-водного співвідношення, що ускладнює сприйняття інформації.

6. В таблицях 5.9 та 5.10 на с. 143 варто було б зазначити, на яку одиницю розраховані економічні ефекти від використання РКЗ.

7. В розділі 5 автор при розрахунку екологічного ефекту зазначає кількість арматури та закладних деталей, які не підлягають переробці в крупний заповнювач. При цьому при розрахунку економічного ефекту в цьому ж розділі інформація про вартість процесу сепарації металевих елементів з залізобетонних відходів не надана.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки

Протягом виконання дисертаційних досліджень Смирнов Антон Сергійович провів власне наукове дослідження, оформлене у вигляді дисертації, та опублікував основні його наукові результати.

Аналіз змісту дисертації та підсумків впровадження її результатів показав, що кваліфікаційна наукова робота здобувача Смирнова Антона Сергійовича повністю відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми «Промислове та цивільне будівництво» СВО ПДАБА 192 PhD20 для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня підготовки фахівців за спеціальністю 192 – Будівництво і цивільна інженерія.

Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційна робота Смирнова Антона Сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

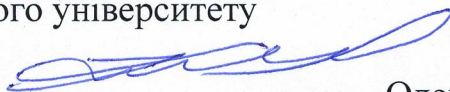
Наведені вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи і не зменшують ступеня наукової обґрунтованості та достовірності отриманих результатів та висновків.

Дисертаційна робота Смирнова Антона Сергійовича «Бетони з використанням крупного заповнювача рециклінгового походження» є завершеною самостійною науковою працею та відповідає спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія, а також вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 р.

Враховуючи належний науковий рівень виконання дисертаційної роботи, вважаю, що її автор Смирнов Антон Сергійович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний рецензент:

завідувач кафедри залізобетонних і кам'яних
конструкцій Навчально-наукового інституту
«Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»
Українського державного університету
науки і технологій,
к.т.н., с.н.с, доцент



Олександр КОНОПЛЯНИК

Підпис
Засвідчую

Начальник відділу кадрів УДУНТ



Леся ШМАКОВА