

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

про дисертацію Смирнова Антона Сергійовича

«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»

1. Актуальність теми дослідження

Цементний бетон стає найбільш масовим конструкційним матеріалом, а залізобетон конструкцією з першої половини ХХ століття. Відповідно, через 50–70 років, з середини того ж століття зростає кількість будівель та споруд з конструкціями із бетону та залізобетону, які відпрацювали свій ресурс та були знесені або демонтовані. Отже, виникла проблема їх утилізації. Відомі випадки захоронення в траншеях знятих з експлуатації багатотонних залізобетонних прогонових будов залізниць через технічну неможливість повторного використання їх металу та бетону. Під час військових дій кількість будівель та споруд, що зазнали критичних пошкоджень та підлягають знесенню, або навіть повністю зруйнованих, набагато зростає.

Питання використання вторинного залізобетону та бетону як заповнювача для нових бетонів почали досліджувати ще у 1970-х рр. Спочатку основною проблемою була ускладненість сепарації арматури під час подрібнення. Ще у ХХ столітті ця проблема була вирішена шляхом створення відповідних машин і механізмів. Проте із отримуваних мінеральних дисперсних відходів виготовляти якісні бетони і досі не вдалось переважно через неоднорідність їх властивостей, у т.ч. в межах кожної окремої партії відходу і навіть окремо взятої зернини.

Виходячи із викладеного обрана здобувачем тема, присвячена отриманню кондиційних бетонів із крупного заповнювача, виготовленого подрібненням і фракціонуванням бетону конструкцій, що відпрацювали свій ресурс, є актуальною.

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

Дослідження проводилось відповідно до науково-дослідної тематики кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури у складі держбюджетних науково-дослідних робіт: «Виконання завдань перспективного плану розвитку наукового напрямку «Технічні науки» Придніпровська державна академія

будівництва та архітектури» (ДР № 0123U105370) та «Індустріальні архітектурно-конструктивно-технологічні системи будівель з інтегрованими укриттями для відновлення соціальної інфраструктури України за технологіями рециклінгу та розподіленої енергетики» (ДР № 0124U000543).

3. Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність

Обґрунтованість отриманих наукових результатів, висновків і рекомендацій забезпечена попередньо виконаним аналітичним оглядом літературних джерел з обраної тематики, їх відповідністю сучасним положенням будівельного матеріалознавства, збіжністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень, а також практичним впровадженням у будівництві, зокрема, під час влаштування із бетону з рециклінговим заповнювачем підлоги у складському приміщенні, що зазнає впливу агресивного рідкого органічного середовища.

Достовірність результатів досліджень забезпечена використанням стандартних методів випробувань заповнювачів та бетону, математичним плануванням експерименту зі встановлення залежностей властивостей бетону від його складу та характеристик вторинного заповнювача, статистичною обробкою результатів випробувань.

4. Наукова новизна отриманих результатів

Здобувачем експериментально отримано ряд кількісних закономірностей, які стосуються впливу залишкових розчину та цементного каменю у РКЗ на водопотребу бетонної суміші та міцність бетону, які дозволили коректно визначити поправки до коефіцієнту якості заповнювача, витрати води тощо. Ці закономірності задовільно пояснені міграцією води із цементного тіста, що тужавіє і твердіє, у поровий простір старого цементного каменю. Такі наукові результати можна вважати новими.

5. Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні відомого розрахунково-експериментального методу підбору складу бетону із заданими міцністю та легкоукладальністю суміші з його поширенням на використання рециклінгових заповнювачів. Це удосконалення дозволило за умови якісного фракціонування та коректного врахування характеристик рециклінгового заповнювача, а також інтенсивного перемішування суміші отримувати бетони класів за міцністю на стиск С12/15, С16/20, С20/25.

6. Оцінка змісту та завершеності дисертаційної роботи

Дисертаційна робота написана українською мовою з дотриманням наукового стилю викладання. Матеріали дисертації викладені у логічній послідовності.

Дисертація складається зі вступу та п'яти розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел із 118 найменувань, з яких 43 є україномовними, містить три додатки з переліком публікацій автора, результатами впровадження у виробництво та освітній процес ПДАБА.

У вступі доведено актуальність обраної теми, показано взаємозв'язок роботи з науковими програмами, сформульовано мету та завдання досліджень, наведено методи досліджень, наукову та практичну цінність отриманих результатів, особистий внесок автора, результати апробації.

У першому розділі виконано аналіз літературних та нормативних джерел з обраної теми. Показано, що під час демонтажу будівельних конструкцій, знесення будівель та споруд, нового будівництва проектні та будівельні компанії повинні впроваджувати заходи з максимального повторного використання будівельних відходів, за потреби після їх переробки. Розглянуто міжнародний досвід дослідження властивостей і застосування рециклінгових заповнювачів з 1970-х років ХХ століття. З'ясовані особливості рециклінгових крупних заповнювачів РКЗ і властивості бетону з ними. Зокрема, показано, що фізико-механічні та експлуатаційні характеристики РКЗ та бетону з ними загалом нижчі порівняно з натуральними заповнювачами НЗ і бетонами з ними. Однак досягнення заданих характеристик бетоном з РКЗ є можливим за рахунок оптимізації вмісту РКЗ, методів подрібнення, якості сортування і фракціонування. Показано також, що собівартість бетону з РКЗ є нижчою.

Розглянуто розповсюджений в Україні традиційний розрахунково-експериментальний метод підбору складу важкого бетону. Встановлено, що цей метод не враховує особливостей РКЗ та закономірностей формування структури та властивостей бетону з ним. Запропоновано робочу гіпотезу про можливість отримання заданих характеристик бетону з РКЗ шляхом експериментального визначення і врахування під час визначення складу бетону поправок на походження і фізико-механічні властивості РКЗ.

У другому розділі наведено перелік та характеристики застосованих матеріалів, методів експериментальних досліджень, у т.ч. методів визначення складу бетону та його випробувань, застосованих способів отримання рециклінгового заповнювача.

У третьому розділі представлені результати фізико-механічних випробувань РКЗ, отриманого шляхом подрібнення зразків бетону в різному віці. Виявлено, що зерновий склад утворених сумішей фракцій не відповідає вимогам нормативних документів. Однак зерновий склад крупних фракцій, які складають РКЗ, загалом відповідає нормативним вимогам.

Встановлено, що основним фактором, що впливає на властивості РКЗ, є наявність залишкового розчину на зернах щебеню. Вміст цього розчину зростає зі зменшенням крупності фракцій, що призводить до зменшення насипної та середньої густини РКЗ. Міцність за показником дробимості також зменшується зі зменшенням розміру зерен. Через наявність пористого залишкового розчину водопотреба РКЗ у 7,8–8,7 разів перевищує водопотребу НЗ.

З урахуванням виявлених закономірностей у властивостях заповнювача розроблено рекомендації щодо формування раціонального зернового складу РКЗ, спрямовані на досягнення максимальної насипної густини та найщільнішого пакування зерен.

У четвертому розділі автором експериментально визначені фізико-механічні властивості бетонів з РКЗ. За умов рівномірності бетонів та рівнорухливості сумішей на НЗ та РКЗ експериментально визначені значення поправок до коефіцієнту якості заповнювачів та водопотреби бетонних сумішей.

Виходячи з рівнянь регресії, отриманих для визначення рухливості бетонних сумішей, здобувач встановив, що поправка на витрату води для забезпечення відповідної рухомості бетонної суміші з РКЗ становить від 1,4 до 1,6 % від масового вмісту РКЗ.

За результатами визначення міцності бетону з РКЗ було встановлено, що за однакового цементно-водного відношення Ц/В міцність бетону зразків з меншою витратою води була вищою, ніж у зразків з більшим вмістом води. Цей ефект спостерігався незалежно від складу сумішей РКЗ. Враховуючи відомий закон міцності бетону здобувач зробив припущення, що реальне Ц/В у сумішах з меншою кількістю води виявилось більшим за розрахункового, що ймовірно, пов'язано з тим, що вода замішування поглиналась пористим залишковим розчином в РКЗ, таким чином знижуючи В/Ц у прошарках нового розчину між РКЗ.

Розв'язавши рівняння регресії, що пов'язували Ц/В та міцність бетону з РКЗ та використовуючи формулу Болومه, здобувач отримав поправку до коефіцієнта якості заповнювачів $\Delta A = (-0,05)$.

У п'ятому розділі представлені результати впровадження результатів дослідження у виробництво та в освітній процес в ПДАБА. Описана послідовність розрахунку складу бетону з РКЗ відповідно до удосконаленого методу. Визначено економічний ефект від заміни натурального заповнювача на РКЗ: до 9,6 % залежно від марки цементу та класу бетону. Також проаналізовано зменшення емісії CO₂ в результаті такої заміни. Зниження викидів сягає 6,4–26,6% залежно від класу бетону та марки цементу.

У загальних висновках автором підсумовано результати досліджень.

В цілому дисертація відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та «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 12.01.2022 р. Вона узгоджується з напрямками наукових досліджень освітньо-наукової програми Українського державного університету науки і технологій, навчально-наукового інституту «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

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

За матеріалами дисертації було опубліковано 4 наукові статті у фахових виданнях, включених у відповідний перелік МОН України. Результати досліджень доповідались на п'яти міжнародних та всеукраїнських конференціях та були опубліковані в їх матеріалах. В зазначених публікаціях викладено: результати аналізу попередніх досліджень у різних країнах; результати аналізу існуючої нормативної бази в Україні та оцінки можливості її застосування для рециклінгового крупного заповнювача при виготовленні бетону; результати експериментальних досліджень властивостей рециклінгового крупного заповнювача та бетону із ним, а також розробки рекомендацій щодо врахування його особливостей під час визначення складу та виготовлення бетону; результати досліджень можливості використання рециклінгового заповнювача в інших типах бетону, таких як ґрунтобетон. Отже, можна констатувати, що наукові положення, висновки та рекомендації дисертації повністю викладені в опублікованих працях, що відповідає 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 №44 від 12 січня 2022 року.

8. Дотримання вимог академічної доброчесності

В результаті перевірки дисертаційної роботи на предмет текстових запозичень встановлено, що всі посилання на первинні джерела текстових і графічних матеріалів було здійснено коректно. Ненавмисних чи навмисних порушень академічної доброчесності в роботі не виявлено.

Таким чином, у дисертаційній роботі Антона Смирнова ознак академічного плагіату або інших порушень, які могли б поставити під сумнів самостійність проведеного дослідження та дотримання принципів академічної доброчесності, не виявлено.

9. Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі

1. Невдало сформульована наукова новизна – замість короткого викладення суті встановлених закономірностей здобувач лише констатує, що якісь нові закономірності встановив.

2. В роботі зовсім не досліджено зони контакту між різними ділянками поверхонь РКЗ і новим цементним каменем, не застосовано фізико-хімічні методи досліджень, які б дозволили з'ясувати, які саме продукти гідратації забезпечують контакт з поверхнями старого цементного каменю некарбонізованого та карбонізованого, в різному ступені очищеними поверхнями мінералів граніту тощо. Це дозволило б забезпечити збільшення міцності за рахунок регулювання складу продуктів гідратації шляхом уведення добавок-електролітів, активних мінеральних добавок тощо.

3. Здобувачем встановлено, що водопотреба РКЗ перевищує водопотребу натурального заповнювача, очевидно, гранітного щебеню, у 7,8–8,7 разів (стор. 89) з відповідним збільшенням водопотреби всієї суміші. У зв'язку з цим незрозуміло, чому здобувач не намагається вводити добавки ПАР, які дозволяють суттєво знижувати водопотребу суміші, забезпечуючи або підвищення міцності шляхом зниження В/Ц або зниження витрати цементу шляхом зниження витрати води зі збереженням В/Ц.

4. Плануючи експеримент (табл. 4.10–4.13), здобувач визначає границі витрати цементу від 400 до 471 кг/м³. Необхідно пояснити такі границі, оскільки такі витрати цементу для бетонів класу С12/15, С16/20 і навіть С20/25 звичайно знаходяться за межами доцільності. Наприклад, клас бетону залізобетонних шпал не менше С32/40 з передаточною міцністю не менше 32 МПа зараз забезпечується заводами ЗБШ за витрат цементу не більших 400 кг/м³.

5. Бажано було б пояснити величину 1013 л в останньому стовпчику табл. 5.5 і 5.6 одразу після таблиці, бо таке її значення порушує принцип абсолютних об'ємів і може свідчити про недостатньо коректно виконаний розрахунок складу бетону.

6. Як впровадження результатів досліджень із розробленого бетону класу С16/20 на РКЗ влаштовується підлога приміщення складу ПММ. Такий бетон з міцністю на стиск 24 МПа та В/Ц = 0,62 навряд чи має хороші показники водонепроникності та, відповідно, корозійної стійкості. Разом з тим для бетону зазначених підлог можуть висуватись підвищені вимоги щодо їх зносостійкості (стираності), а також стійкості в агресивному органічному середовищі (через марку з водонепроникності). Необхідно було визначити нормативні вимоги до цих характеристик, перевірити їх та переконатись у виконанні.

10. Загальний висновок

Представлені автором результати дисертаційного дослідження є науково обґрунтованими з вагомою теоретичною та практичною цінністю. Надані вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

Автором дотримано принципи академічної доброчесності, що демонструє його здатність самостійно вирішувати теоретичні та практичні задачі.

Дисертаційна робота Смирнова Антона Сергійовича «Бетони з використанням крупного заповнювача рециклінгового походження» є завершеним науковим дослідженням. За змістом та оформленням дисертація відповідає спеціальності 192«Будівництво та цивільна інженерія», а також 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 №44 від 12 січня 2022 р. та наказу МОН України від 12.01.2017 р. №40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Автор роботи Смирнов Антон Сергійович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри залізничної колії і транспортних споруд
Українського державного університету
залізничного транспорту, м. Харків,
доктор технічних наук, професор

Андрій ПЛУГІН



Особистий підпис
завідувачкою _____ 20__ р.
завідувачий канцелярією
УкрДУЗТ

Андрій ПЛУГІН
Ірина Шевченко