

Відгук
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Дубова Тараса Миколайовича
«Бетони з використанням цементної суспензії, активованої в
електромагнітному полі», представлену на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.23.05 – «Будівельні матеріали та вироби»

Подана на відгук дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел (204 найменування) та двох додатків. Повний обсяг роботи складає 153 сторінки, містить 29 рисунків, 21 таблицю. Робота оформлена згідно чинних вимог.

Актуальність обраної теми дослідження обумовлена тим, що проблема економічного використання енергоносіїв, ціни на які постійно зростають, робить енерго- та ресурсозбереження задачею державної важності. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є зниження вмісту енергоємного компоненту – клінкеру в цементній системі.

При цьому з урахуванням в даний час тенденції збільшення в Україні обсягів монолітного будівництва з бетонів середнього класу міцності для досягнення набору високої ранньої міцності бетону дослідження комплексної активації цементної суспензії являються актуальними.

У дисертації вирішується задача отримання цементних матриць та бетону з високим набором ранньої міцності та покращеними фізико-механічними властивостями шляхом активації портландцементу розчином $\text{Ca}(\text{OH})_2$ з подальшою обробкою цементної суспензії, що містить 65 % клінкеру, в змінному електромагнітному полі з наступним додаванням пластифікатору. За рахунок комплексної активації цементної суспензії у електромагнітному полі можна вирішити ряд таких важливих задач як підвищення ранньої міцності, фізико-механічних і експлуатаційних властивостей бетону, що забезпечить збільшення обігу опалубки і швидкості навантаження виготовлених конструкцій, запобігання забруднення екосистем за рахунок зниження вмісту в цементній системі клінкеру, зниження ресурсо- і енерговитрат.

Робота виконана згідно з напрямком наукової роботи кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій (ТБМВК) Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ ПДАБА), відповідно до програми науково-дослідної роботи: «Розробка складів і виробництво ефективних будівельних матеріалів і виробів з енергозберігаючими технологіями та дослідження їх властивостей» (державний реєстраційний № 0111U006476, рівень участі дисертанта – виконавець).

Вищесказане дає змогу підтвердити актуальність дисертаційної роботи Дубова Т.М.

Аналіз основного змісту роботи та наукової новизни отриманих результатів

В *першому розділі* дисертаційної роботи дисертант розглянув твердіння цементуючої системи і способи її активації, звернувши увагу на проблеми

Вис. № 87-05/180
29.04.2021

енергозбереження та ранньої міцності бетону. Здійснені оцінка та аналіз існуючих джерел щодо активації процесу твердіння цементуючих систем електромагнітними полями дали можливість обґрунтувати та визначити основні напрямки досліджень, викладених в наступних розділах дисертації. Проаналізувавши вплив хімічних домішок на активацію твердіння в'язучих, встановлено, що використання активаторів цементної суспензії дозволяє, знизити ресурсо- та енерговитрати на її виробництво, підвищити якість. Автор запропонував робочу гіпотезу: підвищення міцності бетону в ранньому і нормативному віці з покращеними технологічними та експлуатаційними властивостями, а також з урахуванням енергозбереження та екологічного навантаження на навколишнє середовище можливе шляхом комплексної активації цементуючої системи $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і обробкою її в змінному електромагнітному полі з наступним додаванням у бетонну суміш суперпластифікатора. На підставі проведеного аналітичного аналізу науково-технічної та патентної літератури, а також запропонованої робочої гіпотези сформульовано мету і задачі дисертаційної роботи.

В *другому розділі* Дубов Т.М. демонструє знання сучасних методів досліджень, відповідно до яких визначалися основні властивості сировини та матеріалів, вміння використовувати їх в роботі, інтерпретувати отримані результати. В якості основних сировинних матеріалів обрано та досліджено властивості: портландцементу Криворізького цементно-гірничого комбінату марки ПЦ ІІ/ Б-Ш-400 по ДСТУ Б В.2.7-46:2010; гранітного щебеню Рибальського кар'єру (ДСТУ Б В.2.7-75-98); Дніпровського річкового піску (ДСТУ Б В.2.7-32-95); Дніпровської водопровідної води (ДСанПіН 2.2.4-171-10); хімічної добавки: водного розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$; суперпластифікатора СП-3. Для визначення властивостей і структури матеріалів у роботі було використано комплекс сучасних фізичних та фізико-хімічних методів аналізу. Пристрій електромагнітної активації був використаний для обробки концентрованої цементної суспензії. Прийняті наступні оптимальні параметри магнітного поля для обробки концентрованої цементної суспензії: середня швидкість руху цементної суспензії в повітряному зазорі $V=0,035$ м/хв; струм у котушках приладу, що намагнічуються: $I= 3,75$ А; напруженість магнітного поля в повітряному проміжку $H=0,5-2,2 \cdot 10^5$ А/м; кількість пар полюсів $n=4$. Вибрано метод обробки даних, побудови й дослідження математичних моделей, які дозволяють встановити залежності між складом та властивістю, оптимізувати властивості бетону. Математичне планування експериментів проводилося за допомогою симплекс-решітчатого методу.

Третій розділ дисертаційної роботи містить результати експериментальних досліджень впливу параметрів електромагнітного поля на активацію концентрованої твердуючої цементної суспензії. Визначено оптимальні параметри обробки цементуючої системи в змінному електромагнітному полі: напруженість поля $H=1,7 \cdot 10^5$ А/м, час обробки концентрованої цементної суспензії $t=30$ с. Автором встановлено, що активація цементу розчином $\text{Ca}(\text{OH})_2$ пов'язана зі збільшенням іонів в рідкій фазі твердуючої системи та найбільш інтенсивно збільшує ріст рН і χ в перші 20 хвилин. Активація цементуючої системи в порівнянні з бетоном на неактивованому цементі приводить до підвищення міцності у віці 2 діб на 14,3%; сумісно з обробкою у змінному електромагнітному

полі – на 28%. Відповідно у віці 28 днів на 28% і 20,3%. Фізико-хімічними методами аналізу встановлено, що в процесі комплексної активації цементуючої системи в результаті твердіння відбувається збільшення в ній гідросилікатів кальцію і зниження вмісту гідроксиду кальцію, що приводить до підвищення міцності.

В *четвертому розділі* представлено результати дослідження фізико-механічних властивостей бетонів, отриманих на концентрованій цементній суспензії, обробленій в електромагнітному полі. З використанням симплекс-решітчатого методу планування експерименту було досліджено вплив зернового складу щебеню і заповнювача на їх міжзернову пористість. Визначено оптимальний склад фракцій щебеню (фракція 10-20 – 55%; фракція 5-10 – 25%; фракція 2,5-5 – 20%), а також отриманий вміст піску, що становить 36% від загальної маси заповнювача. Досліджено залежності міцності на стиск та водопоглинання від складу сировинної суміші, визначено оптимальний склад сировинної суміші, усадку та морозостійкість бетону.

Серед результатів, що мають *практичне значення*, слід відмітити, що бетони класу C20/25 характеризуються витратою цементу 350 кг/м³, морозостійкістю F300 та водопоглинанням W8, а для класу C25/30 – витратами цементу 415 кг/м³ морозостійкістю F300 та водопоглинанням W8.

В *п'ятому розділі* дисертаційної роботи представлено склади бетонів для монолітного будівництва на цементній суспензії, обробленій в змінному електромагнітному полі C20/25 S4 та C25/30 S4 (на 1 м³ бетонної суміші); технологічну схему активації бетонної суміші, розраховано техніко-економічні показники.

Результати отриманих досліджень знайшли підтвердження при перевірці в умовах підприємства ПП «Експресс-буд» (розділ 5) і свідчать про практичну значимість роботи, а економічний ефект від виробництва підтверджує перспективність використання результатів роботи. Впровадження цементуючих систем дає можливість при невисоких енерговитратах інтенсифікувати процеси структуроутворення, підвищити міцність бетону в ранньому віці при одержанні бетону класу C20/25 і C25/30.

Висновки містять підсумки всього дослідження, є науково достовірними та відповідають завданням дослідження.

Наукова новизна дисертації Дубова Т.М. визначається тим, що вперше розроблена комплексно активована цементуюча система з підвищеною ранньою міцністю, що містить цемент, розчин Ca(OH)₂, та оброблена в змінному електромагнітному полі з урахуванням індивідуального впливу кожного компоненту на фізико-механічні властивості. В результаті підвищення концентрації іонів відбувається більш інтенсивного розчинення і диспергація поверхні зерен цементу, гідратація і збільшення кількості гідросилікатів кальцію і гідроалюмінатів кальцію, в одиниці об'єму твердої фази цементуючої системи і підвищення її міцності в ранньому і нормативному віці; встановлено, що за рахунок комплексної активації цементуючої системи розчином Ca(OH)₂, з наступною обробкою в змінному електромагнітному полі міцність бетону збільшилась у віці 2-х днів на 32,3 %, з 6,8 до 9,0 МПа, при вмісті в бетоні 300 кг/м³ цементу, і на 24,4 %, з 14,3 до 19,2 МПа, при вмісті цементу 500 кг/м³.

Аналіз змісту дисертації Дубова Т.М. дозволяє оцінити її як закінчене наукове дослідження, результати якого мають достовірну науково-технічну інформацію з розробки бетону на основі концентрованої цементної суспензії, активованої розчином $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і обробленої в змінному електромагнітному полі з пластифікатором СП-3.

Дисертація викладена з використання сучасної технічної термінології; ілюстрації, схеми, таблиці добре доповнюють текстовий матеріал. Результати дослідження підтверджуються рентгеновськими дифрактограмами, комплексними термічними аналізами. Оформлення роботи відповідає вимогам щодо присудження наукових ступенів.

Положення, висновки і рекомендації дисертації повно викладені в 10 наукових роботах, в тому числі у 7 статтях у наукових фахових виданнях України, у тому числі - 2 у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, 2 тезах доповідей, отримано 1 патент України на корисну модель. Результати роботи доповідались та обговорювались на вітчизняних конференціях.

Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації основні етапи, положення та висновки проведених автором досліджень та структуру дисертації за розділами.

Таким чином, ***повноту публікацій та апробацію роботи*** можна вважати достатньою.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизну визначається завдяки раціональній та виваженій науковій гіпотезі, коректним аналізом робіт за темою дисертації, підтверджується значним експериментальним матеріалом, отриманим за допомогою стандартних методів дослідження, апробацією основних результатів на конференціях, в опублікованих роботах та 1 патенті України на корисну модель. Результати пройшли перевірку в промислових умовах.

Отже, за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю і достовірністю, науковою і практичною значимістю отриманих результатів, повнотою їх викладення в опублікованих дисертантом наукових роботах, а також за оформленням дисертація, відповідає вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій.

Відзначаючи повноту і вагомість проведеного дослідження, варто вказати на деякі зауваження й побажання:

1. Стор. 83 дисертаційної роботи, рис. 3.7.-3.8: відсутня розшифровка дифракційних максимумів та легенда до дифрактограм. Через її відсутність дифрактограми не читаються. Тому не зрозуміло чи зменшилась кількість нерозчинного $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Значення дифракційних максимумів приведені не в одиницях СІ: повинні бути в нм, а не в Å.
2. Стор. 90, пункт 9, висновок: з написаного не зрозуміло, які саме гідросилікати кальцію утворилися (відсутні формули, розшифровка). Бажано було також підтвердити можливість їх утворення відповідними розрахунками.
3. При перевірці адекватності математичної моделі, побудованої за результатами дослідження з використанням симплекс-решітчатого плану

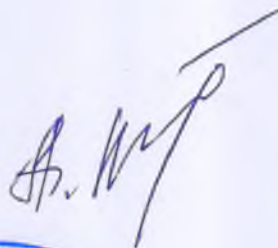
(стор. 93, формула 4.3. дисертаційної роботи) наведено лише кінцеве значення критерію Ст'юдента без необхідних розрахунків, що підтверджують адекватність отриманої моделі. Також доцільно було б підтвердити адекватність отриманої моделі за критеріями Кохрена.

4. Стор 94, рис. 4.1: відсутня на самому рисунку назва осей діаграми «Складна насипна щільність» X_1 , X_2 , X_3 . Витрачається більше часу, щоб знайти потрібне значення насипної щільності щебеню при зміні співвідношення його фракцій.
5. Мало приділено уваги впливу комплексної активації цементної суспензії в змінному електромагнітному полі на структуру від якої залежать основні фізико-механічні властивості бетону.

Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.

Зроблені зауваження і побажання мають дискусійний характер, не впливають на загальний високий науковий рівень дисертації, не піддають сумніву основні наукові результати, отримані автором. На підставі викладеного вважаю, що дисертація Дубова Т.М. «Бетони з використанням цементної суспензії, активованої в електромагнітному полі», є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані результати, що у сукупності розв'язують конкретну наукову задачу – розробка бетону з використанням цементної суспензії, активованої в електромагнітному полі. Робота характеризується високим рівнем наукової новизни та практичної значимості. В цілому, дисертаційна робота відповідає пп. 9, 11, 12 Порядку присудження наукових ступенів зі змінами внесеними згідно з Постановою КМ № 656 від 19.08.2015 року, а її автор, Дубов Тарас Миколайович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – Будівельні матеріали та вироботи

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри цивільної інженерії,
технології будівництва та захисту
довкілля Дніпровського державного
аграрно-економічного університету



Г.М. Гришко

«28» квітня 2021 року

Підпис кандидата технічних наук,
доцента кафедри цивільної інженерії,
технології будівництва та захисту
довкілля Гришко Г.М. засвідчую
Вчений секретар Дніпровського
державного аграрно-економічного
університету, доктор фізико-
математичних наук, професор



О.Ю. Береза