

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Журавля Віталія Вікторовича

на тему: «Бетони і розчини на основі портландцементу зі зниженою проникністю для хлорид-іонів для транспортних споруд», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво

Актуальність теми дослідження дисертаційної роботи

Дисертаційна робота присвячена актуальній темі – підвищенню довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій транспортної інфраструктури в умовах дії агресивних чинників. Однією із головних причин передчасного руйнування залізобетонних елементів є проникнення хлорид-іонів, які провокують корозію арматури й деградацію бетонної матриці. Особливо вразливими є транспортні та гідротехнічні об'єкти, які постійно контактують із солями, реагентами та морською водою. Це призводить до зростання витрат на ремонт та обслуговування стратегічно важливої транспортної інфраструктури. Вивчення механізмів проникнення хлоридів та розвитку корозійних процесів є ключовим для розробки ефективних методів захисту. Удосконалення складів бетонів і розчинів шляхом модифікації цементного в'язучого, застосуванням мінеральних добавок, суперпластифікаторів та інших сучасних технологічних рішень, сприятиме підвищенню стійкості та довговічності конструкцій. Отже, дослідження у цьому напрямку є вкрай актуальним як з наукового, так і з практичного погляду.

Актуальність наукового дослідження підтверджується її виконанням у рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: «Теоретичні та експериментальні основи визначення, прогнозування та забезпечення несучої здатності та довговічності транспортних споруд в умовах агресивних впливів» (2019-2021, ДР № 0119U100295); «Розвиток теоретичних основ і експериментальна перевірка нових ефективних способів підвищення несучої здатності та водонепроникності ґрунтів земляного полотна залізниць» (2020-2022, ДР № 0120U102065); «Теоретичні та експериментальні основи створення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих для захисту від електрокорозії і ремонту споруд залізничного транспорту» (2022-2023, ДР № 0122U002125).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення та висновки, викладені у дисертаційній роботі, мають високий рівень обґрунтованості. Дисертант використав комплекс сучасних методів дослідження – калориметрію, електронну мікроскопію, колориметричний аналіз, що дозволило всебічно дослідити структуру цементного каменю та механізми зниження його проникності. Теоретичні висновки підтверджено значним обсягом експериментальних даних.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень та результатів дисертації підтверджується апробацією на міжнародних наукових конференціях, публікацією в рецензованих наукових виданнях та актами впровадження.

Наукова новизна

Наукова новизна полягає у набутті подальшого розвитку уявлень про процес спрямованого структуроутворення цементного каменю в присутності карбонатних добавок різних генетичних типів, що проявляється у формуванні кристалогідратів з анізометричною морфологією. Теоретично доведено та експериментально підтверджено, що введення карбонатних добавок внаслідок керованого формування структури цементного каменю призводить до зниження проникності бетонів і розчинів на основі портландцементу для хлорид-іонів. Вперше доведено, що додавання карбонатних компонентів сприяє формуванню додаткових кристалогідратів, зокрема гідрокарбоалюмінатів кальцію, які мають позитивний поверхневий заряд, капілярні стінки яких створюють електрокапілярний тиск, що ефективно перешкоджає дифузії хлорид-іонів.

Практичне значення

Розроблено склади бетонів та розчинів на основі портландцементу стійкі до проникнення хлорид-іонів. Розроблено і впроваджено «Спосіб поточного ремонту конструкцій мостів з рейковим електротранспортом цементними композиційними матеріалами стійкими до проникнення хлорид-іонів», який забезпечує підвищення довговічності конструкцій та зниження витрат на обслуговування внаслідок збільшення міжремонтного періоду експлуатації. Теоретичні положення та експериментальні результати застосовуються у навчальному процесі при підготовці студентів за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

Робота є завершеним самостійним науковим дослідженням. Усі розділи логічно пов'язані між собою, поставлені завдання повністю виконані. Оформлення дисертації відповідає чинним вимогам, результати апробовані на конференціях, частина – опублікована у виданнях, що входять до бази Scopus.

Принципи академічної доброчесності дотримано. Звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що робота Журавля Віталія Вікторовича є результатом самостійних досліджень здобувача та не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертація написана академічною науковою мовою, з чітким технічним стилем викладення матеріалу. Автор демонструє вміння формулювати наукові положення, оперувати професійною термінологією, логічно викладати результати досліджень.

Аналіз основного змісту дисертації

Дисертаційна робота написана українською мовою та складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 134 сторінки. Робота включає 5 таблиць, 41 рисунок, список використаних джерел зі 130 найменувань та 3 додатків. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України.

У **вступі** наведено обґрунтування актуальності дисертаційного дослідження, визначено мету та завдання досліджень, встановлено об'єкт та предмет дослідження, визначено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Наведено відомості щодо особистого внеску здобувача, опублікованих результатів та їх апробації, визначена структура та обсяг дисертаційної роботи.

У **першому розділі** проведено глибокий аналіз літературних джерел, в яких досліджено механізми корозійного руйнування бетонних та залізобетонних конструкцій, що працюють в агресивних умовах, особливо при впливі хлоридів та електричних струмів. Визначено руйнівну дію агресивних середовищ, показано втрату захисних властивостей арматури при зниженні рН бетону через карбонізацію чи дифузію агресивних іонів. Проаналізовано

процеси вимивання сполук кальцію та прискорене руйнування конструкцій під впливом пульсуючого струму. Запропоновано наукову гіпотезу, згідно з якою підвищення корозійної стійкості досягається шляхом контрольованого структуроутворення цементного каменю з використанням карбонатних добавок, що створюють ефективний бар'єр для проникнення хлорид-іонів.

Другий розділ містить детальний опис методологічної бази дослідження та характеристики матеріалів, використаних в експериментальній частині роботи.

У **третьому розділі** представлено експериментально-теоретичне обґрунтування впливу карбонатних добавок на підвищення стійкості цементних матеріалів до проникнення хлорид-іонів. Наведено результати термодинамічних розрахунків, а також калориметричних та електронно-мікроскопічних досліджень, які підтвердили формування щільнішої мікроструктури цементного каменю з характерними морфологічними відмінностями. Теоретично обґрунтовано, що продукти гідратації з позитивним електроповерхневим потенціалом створюють електрокапілярний тиск, який перешкоджає проникненню хлоридів. Узагальнено механізм формування структури бетону з підвищеною корозійною стійкістю та зниженою проникністю.

Четвертий розділ представлено експериментальні дослідження впливу карбонатних добавок на проникність цементних композиційних матеріалів для хлорид-іонів. Встановлено, що заміна 10% портландцементу на крейду або мелені карбонати незначно знижує міцність, проте істотно зменшує глибину проникнення хлоридів. Особливу увагу приділено моделюванню реальних експлуатаційних умов транспортних споруд. Дослідження в умовах впливу соляного туману, розчинів NaCl та пульсуючого електричного поля показали, що такі добавки сприяють утворенню кристалічних продуктів гідратації з анізотричною формою, що зменшують дифузію агресивних іонів. Установлено також, що в умовах електричного поля відбувається інверсія напрямку дифузії хлоридів. Комбінація карбонатних добавок із цementsами на основі шлаку забезпечує оптимальний баланс між міцністю та стійкістю до корозії. Електронно-мікроскопічний аналіз підтвердив морфологічні відмінності структур, зумовлені типом в'язучого та умовами впливу.

У **п'ятому розділі** розроблені склади бетонів і цементних розчинів на основі портландцементу з карбонатними добавками, які демонструють високу корозійну стійкість та знижену проникність до хлорид-іонів і блукаючих струмів. Запропонована технологія поточного ремонту мостових споруд забезпечує збільшення міжремонтного періоду та зниження витрат на експлуатацію. Результати досліджень інтегровані у навчальний процес за

спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, сприяючи підготовці кваліфікованих фахівців.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні положення дисертації висвітлено в 14 роботах здобувача, з них 2 статті у наукових фахових виданнях України, 1 – у науковому періодичному виданні іншої держави, 3 статті у виданні, що входить до міжнародної наукометричної бази даних Scopus. Також основні положення доповідались на міжнародних науково-технічних конференціях у Болгарії, Німеччині, Україні, наявні 9 апробаційних публікацій, що можна вважати достатнім.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Процеси структуроутворення матеріалу та формування структури штучного каменю визначали за допомогою електронної мікроскопії. Водночас, для коректного визначення складу новоутворень матеріалу рекомендується використовувати щонайменше три методи фізико-хімічного аналізу для уникнення помилок та похибок у процесі ідентифікації такого складу. Варто врахувати це при проведенні подальших досліджень.

2. При плануванні досліджень з вивчення фізико-механічних властивостей матеріалу (Таблиця 4.1) залежно від композиційного складу системи обрано композиції з однаковим показником водоцементного відношення. Водночас, вказано, що зміна композиційного складу не вплинула на реологічні властивості, проте самих показників реології не наведено. З нашої точки зору, це було б доцільно, оскільки в досліджуваних системах саме показники рухливості суміші можуть мати значний вплив на міцнісні та інші експлуатаційні характеристики, і певні відхилення можуть мати суттєве значення і пояснювати зміну властивостей у тому числі.

3. Розділ 5 має назву «Впровадження результатів досліджень», проте містить в своєму складі рекомендацій щодо проєктування складу бетонів із заданими властивостями та використання (впровадження) у навчальному процесі. Вважаємо, що доцільно було б відкоригувати назву розділу відповідно до наповнення, враховуючи відсутність чіткого зобов'язання із впровадження отриманих результатів досліджень.

Робота потребує певного літературного редагування, зокрема, із точки зору використання єдиної номенклатури назв матеріалів та показників (наприклад, в'язуче/в'язуча речовина, тощо).

Висновок

Дисертаційна робота Журавля Віталія Вікторовича на тему «Бетони і розчини на основі портландцементу зі зниженою проникністю для хлорид-іонів для транспортних споруд» є завершеною науково-кваліфікаційною працею, у якій наведено та обґрунтовано результати досліджень, що розв'язують поставлені задачі відповідно до мети досліджень. Робота відповідає спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 Архітектура та будівництво) та вимогам, які передбачені наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) і Постановою № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженої Кабінетом Міністрів України від 12 січня 2022 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022р.). На основі аналізу даної дисертаційної роботи, представленої на відгук, вважаю, що її автор, Журавель Віталій Вікторович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

Проректор з наукової роботи
та інноваційного розвитку
Київського національного
університету будівництва і архітектури,
к-т техн. наук,
старший науковий співробітник




Олександр КОВАЛЬЧУК