

Відгук

офіційного опонента на дисертацію Кровякова Сергія Олексійовича на тему "Експериментально-теоретичні основи підвищення довговічності легких бетонів для тонкостінних гідротехнічних споруд" представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та виробу.

1. Актуальність теми.

Гідротехнічні споруди і особливо тонкостінні працюють, як відомо, в складних експлуатаційних умовах. Для забезпечення їх довговічності визначальне значення має відповідність якісних параметрів бетону відповідним вимогам, що досягається встановленням його необхідного складу та технологічних параметрів. Проблема забезпечення необхідної довговічності є особливо гострою для плавучих гідротехнічних споруд, для яких застосовуються легкі бетони.

В Україні є промислова база і накопичений значний досвід залізобетонного суднобудування. Проблемам довговічності гідротехнічних бетонів для плавучих споруд присвячені роботи, які в нашій країні були розпочаті В.А. Мішутіним і продовжені А.В. Мішутіним, Н.В. Мішутіним та іншими дослідниками. Разом з тим, розвиток технології бетонів нового покоління, надає нові можливості модифікування структури і покращення їх властивостей. В дисертаційній роботі С.О. Кровякова значною мірою розкриті можливості і обґрунтована ефективність застосування комплексу сучасних рецептурно-технологічних рішень для забезпечення високої довговічності легких бетонів в тонкостінних гідротехнічних спорудах, що обумовлює її актуальність.

У відповідності з законом України №3715-УІ " Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності" до стратегічних пріоритетних напрямків на 2011-2021 роки віднесені освоєння нових технологій виробництва матеріалів і високотехнологічного розвитку транспортної системи, в тому числі суднобудування.

Реалізація цих пріоритетних напрямків інноваційної діяльності можлива при застосуванні результатів відповідних наукових досліджень

до яких можна віднести
вхідний № 122 - 703
"15" 04 2019

і дану дисертаційну роботу.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності і новизни.

Після ґрунтовного аналізу результатів попередніх досліджень особливостей структури і властивостей конструкційних легких бетонів, досвіду їх застосування у гідротехнічному будівництві і зокрема у суднобудуванні, а також сучасних технологічних рішень, щодо управління властивостями легких бетонів дисертант сформулював робочу гіпотезу, сутність якої полягає в тому, що забезпечення довговічності та відповідних фізико-механічних властивостей легких бетонів може бути досягнуто покращенням сумісної роботи цементно-піщаної матриці і легкого заповнювача.

Теоретичний аналіз, направлений на обґрунтування даної гіпотези, доповнений виконаними в роботі натурними обстеженнями тонкостінних залізобетонних конструкцій плавучих та стаціонарних гідротехнічних споруд.

Бетони на пористих заповнювачах змінюють свій об'єм через набухання і висушування, що відбивається на їх адгезії до цементної матриці. Тому для них, безумовно, корисними є технологічні операції, спрямовані як на зменшення водопоглинання так і на покращення адгезійних властивостей пористих заповнювачів. Покращення сумісної роботи цементно-піщаної матриці і пористого заповнювача в дисертації запропоновано вирішувати обробкою пористих заповнювачів цементною суспензією і гідрофобізацією їх поверхні в комплексі з застосуванням раціональних складів бетонів, введенням ефективних пластифікаторів, кольматуючих добавок і наповнювачів, дисперсним армуванням. Кожне з запропонованих технологічних рішень супроводжується необхідними експериментально-теоретичними обґрунтуваннями. В прив'язці до легкого конструкційного бетону для тонкостінних гідротехнічних споруд цей комплекс розроблених в дисертації рецептурно-технологічних рішень раніше не пропонувався, хоча кожне з цих рішень в технології бетонів відомо. Отримані ефекти розглядаються в роботі як результат відповідних змін структури бетону, зокрема зменшення капілярної пористості в т.ч. в контактній зоні, зменшення середнього розміру пор та підвищення показника однорідності пор за розмірами,

Важливий вплив на структуру бетону має встановлення ефекту зниження вологісних деформацій при запропонованих технологічних рішеннях, що зменшує можливе розкриття тріщин в контактній зоні та матриці.

Про обґрунтованість наукових положень дисертації свідчить насиченість її експериментально-статистичними моделями, які описують вплив досліджених факторів складів модифікованого керамзитобетону і фібробетону на їх властивості. При побудові таких моделей використані раціональні факторні плани експериментів і зроблений необхідний статистичний аналіз. Цінність отриманих моделей полягає в можливості кількісного оцінювання впливу окремих факторів, а також ефектів їх взаємодії на вихідні параметри і знаходити оптимізаційні рішення. Важливим є також те, що за допомогою отриманих моделей можливо оцінити вплив досліджених факторів при співставних умовах на комплекс властивостей, що визначають довговічність бетону.

Довговічність бетону тонкостінних гідротехнічних споруд значною мірою залежить від його тріщиностійкості, яка, в свою чергу, визначається співвідношенням міцності бетону на розтяг при згині до міцності на стиск. На основі отриманих моделей аналізується вплив кожного з факторів як на міцність при стиску, так і на міцність при згині і визначаються шляхи регулювання співвідношення міцнісних параметрів бетону.

Поряд з підвищенням тріщиностійкості бетону за рахунок співвідношення міцнісних параметрів, отримані експериментально-статистичні моделі дозволяють знаходити необхідні склади бетонної суміші, що забезпечують нормовані значення водонепроникності та морозостійкості легких бетонів. Ці параметри всебічно проаналізовані при варьованні складу бетонних сумішей в т.ч. витрат добавок кремнійорганічної рідини, Пенетрон, С-3 і поліпропіленової фібри.

Сукупність отриманих моделей дозволяє розв'язувати задачі оптимізації складів бетону за обраним критерієм оптимальності. В дисертації наведений приклад рішення такої задачі методом Монте-Карло. Як критерій оптимальності прийнята водонепроникність бетону при обмеженнях по міцнісних параметрах і морозостійкості.

Для плавучих залізобетонних споруд середня густина керамзитобетонів може нормуватися у водонасиченому стані. Слід зауважити, що в літературі недостатньо висвітлено як змінюється середня густина конструкційного керамзитобетону при переході з повітряно-сухого стану в рівноважно вологий та водонасичений. В цьому напрямку є достатньо інформативними отримані в роботі кількісні залежності у виді розгорнутих рівнянь регресії. Дослідження зміни середньої густини модифікованих бетонів при зволоженні доповнені в роботі дослідженнями впливу основних факторів на їх теплопровідність.

Позитивний вплив запропонованих рецептурно-технологічних рішень на структуру бетонів в тому числі на контактну зону цементно-піщаної матриці і заповнювача в дисертації підтверджено електронномікроскопічним і рентгеноструктурним аналізами.

Інтегральним показником ефективності структури, як доведено науковою школою професора В.М. Вирового, є коефіцієнт технологічної пошкодженості бетону, що визначається співвідношенням суми довжин поверхневих тріщин, і площі відповідної ділянки зразку. Отримані в дисертації експериментально-статистичні моделі коефіцієнта технологічної пошкодженості також підтверджують позитивний вплив запропонованих способів модифікування структури легких бетонів і в першу чергу дисперсного армування, добавки мікрокремнезему, обробки цементною суспензією та гідрофобізації поверхні керамзитового гравію.

Достатньо оригінальним можна вважати цикл досліджень, що стосується декоративного бетону для опорядження плавучих споруд. При обробці керамзитового гравію цементною суспензією вдалося не тільки забезпечити високі фізико-механічні властивості бетону, а і забезпечити широку кольорову гамму бетону з введенням залізистих пігментів та стійкість його декоративних властивостей.

Актуальними представляються дослідження гідротехнічного керамзитобетону виконані в роботі на різних типах пісків. Було досліджено п'ять видів дрібних заповнювачів з визначенням поряд з середньою густиною всього комплексу фізико-механічних властивостей бетону. Дослідження показали перспективність з позицій забезпечення високої довговічності легких бетонів для тонкостінних

гідротехнічних споруд застосування у складі дрібного заповнювача до 50% піноскла.

Практичний інтерес представляють також отримані результати досліджень довговічності дрібнозернистого фіброкерамзитобетону на різних видах пористих заповнювачах.

Великий комплекс виконаних досліджень, направлених на модифікування структури легких гідротехнічних бетонів дозволив на завершення техніко-економічно обґрунтувати раціональні склади суднобудівних фіброкерамзитобетонів, запропонувати технологію модифікованих керамзитобетонних сумішей, впровадити її на промислових підприємствах і розробити проект Державного стандарту на бетон суднобудівний.

Аналіз змісту дисертації дозволяє зробити ряд зауважень.

3. Зауваження.

1. Враховуючи велике значення натурних обстежень бетону в конструкціях тонкостінних гідротехнічних споруд, які були виконані в дисертації, на наш погляд необхідно було систематизувати отримані дані, дати класифікацію відзначених пошкоджень, встановити їх причини та навести результати випробувань відібраних кернів.

2. Аналізуючи структурні зміни бетону при обробці пористого заповнювача цементною суспензією, показники, що характеризують середній розмір пор та їх однорідність за розмірами, було б доцільно навести відповідні криві кінетики водопоглинання, що дозволяють розрахувати дані параметри. Зміну відповідних показників пористості бетону було б доцільним показати також і при гідрофобізації пористого заповнювача, застосуванні інших рецептурно-технологічних рішень.

3. Висновки, що впливають з отриманих моделей потребують в деяких випадках пояснень.

Наприклад, незрозуміло з табл.4.4 чому при однакових В/Ц, витраті цементу і води для складу №10 водонепроникність бетону максимальна (W14), а для складу №16 – W10.

Незрозуміло також чому для складів №5 і №6 (табл.4.2) при практично однакових складах морозостійкість суттєво відрізняється (F600 і F450).

Діапазон зміни досліджених факторів при отриманні експериментально-статистичних моделей, на наш погляд, треба було взяти ширше. Зокрема, як слідує з табл.4.2 і 4.4 В/Ц для досліджуваних складів коливалось в достатньо вузьких межах 0.339 – 0.378, при витратах цементу 500 – 600 кг/м³,

4. На основі отриманих моделей робиться висновок, що введення поліпропіленової фібри незначно впливає як на міцність при стиску, так і на міцність при згині. Слід урахувати, що вміст фібри довжиною 12 мм був прийнятий в межах 0.6...1.2 кг/м³, що складає 0.12...0.24 % від маси цементу при його витраті 500 кг/м³. Слід зазначити, що згідно відомих рекомендацій витрата поліпропіленової фібри довжиною до 18 мм в гідротехнічних захисних спорудах може коливатися в межах 0.6 -5 кг/м³, (а для морських споруд 0.6 – 6 кг/м³) тобто в значно більших межах. Відповідно може змінюватися і ефект від її введення.

5. Поряд з аналізом окремо міцнісних параметрів керамзитобетону і його середньої густини при різному ступеню зволоженні, на наш погляд, було б корисно виконати такий аналіз для відповідного співвідношення тобто значень коефіцієнтів конструктивної якості досліджених легких бетонів.

6. В роботі отримані важливі дані, щодо забезпечення високого рівня корозійної стійкості модифікованого легкого керамзитобетону в штучній морській воді після 200 циклів зволоження і висушування. Ці дослідження, на наш погляд, доцільно було б розвинути в плані впливу на корозійну стійкість бетону окремих запропонованих рецептурно-технологічних рішень.

7. В окремому розділі роботи розглядаються фізико-механічні властивості бетонів з застосуванням вапнякового щебеню. Застосування запропонованих методів модифікування дозволяє, як відзначає дисертант, застосовувати вапняковий щебінь, як крупний заповнювач бетону для ряду гідротехнічних споруд і забезпечувати їх довговічність. Ці дослідження можна вважати актуальними, але середня густина бетонів на вапняковому щебені становила 2270...2300 кг/м³, що не дозволяє їх віднести до легких бетонів, які є об'єктом дисертаційної роботи.

Відзначені зауваження не знижують достатньо високий рівень дисертаційної роботи.

Аналіз змісту дисертації дозволяє стверджувати, що наукові положення, висновки та рекомендації приведені в дисертаційній роботі С.О. Кровякова є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність і наукова новизна підтверджується достатнім об'ємом експериментальних досліджень і теоретичним аналізом, результатами відповідних випробувань в промислових умовах. Комплекс виконаних досліджень підтвердив сформульовану дисертантом наукову гіпотезу.

4. Ступінь апробації дисертаційної роботи. Повнота її викладення в опублікованих працях.

Дисертаційну роботу С.О. Кровякова можна вважати закінченою науково-дослідною роботою, основні положення і результати якої достатньою мірою апробовані на міжнародних, всеукраїнських і регіональних конференціях. Матеріали досліджень опубліковані у 45 наукових працях, з яких 25 статей у фахових виданнях України. 5 статей у наукових періодичних виданнях інших держав. За результатами досліджень отримано 3 деклараційних патенти України.

В авторефераті дисертації достатньо повно викладені результати роботи, її основні наукові положення і висновки.

5. Висновок.

Аналіз змісту дисертаційної роботи С.О. Кровякова "Експериментально-теоретичні основи підвищення довговічності легких бетонів для тонкостінних гідротехнічних споруд" дозволяє стверджувати, що приведені в ній результати досліджень обґрунтовують комплекс технічних рішень направлених на модифікацію структури гідротехнічних бетонів спрямованих на покращення властивостей цементно-піщаної матриці і сумісної роботи її з заповнювачем. Комплекс виконаних досліджень базується на сучасному стані наукового бетонознавства, використовує ефективну методологію виконання експериментальних робіт та аналізу отриманих результатів. Отримані рекомендації в результаті лабораторних досліджень успішно перевірені, лягли в основу нових нормативно-методичних документів і відкривають ефективний напрямок

покращення фізико-механічних властивостей і довговічності гідротехнічного бетону призначеного для тонкостінних споруд.

Вважаю, що дисертаційна робота С.О. Кровякова "Експериментально-теоретичні основи підвищення довговічності легких бетонів для тонкостінних гідротехнічних споруд" відповідає вимогам до дисертацій на здобуття вченого ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 "Будівельні матеріали та виробу".

Л.Й. Дворкін

Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології будівельних
виробів і матеріалознавства
Національного університету водного
господарства та природокористування
Л.Й. Дворкін.

