

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Українського державного університету  
залізничного транспорту

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, доцента,  
професора кафедри будівельних конструкцій та матеріалознавства  
Харківського національного університету будівництва та архітектури

**КОСТЮК Тетяни Олександрівни**

про дисертацію **КАЛЮЖНОЇ Олени Вячеславівни**  
«Підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних шпал  
комплексними добавками», представлену на здобуття  
освітньо-наукового рівня доктора філософії  
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
галузі знань 19 Архітектура та будівництво

### Актуальність теми дослідження

Виробництво залізобетонних шпал є дуже ресурсоенергоємним через високу проектну міцність бетону та, особливо, необхідність швидкого отримання передаточної міцності 32 МПа, тому пошук і обґрунтування застосування комплексних добавок, які забезпечують високу ранню міцність бетону за природного або малопрогрівного режимів твердіння, є актуальним завданням. Актуальність підкреслюється виконанням досліджень у складі держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України.

### Структура і зміст дисертаційної роботи

Дисертація складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 153 найменувань на 17 сторінках та 7 додатків, викладена на 179 сторінках, з яких основного тексту 116, містить 27 рисунків, 16 таблиць.

### Аналіз основного змісту роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми і стисло викладено загальні характеристики дисертації.

Розділ 1 містить результати аналітичного огляду досліджень з отримання високої ранньої міцності бетону. Розглянуто особливості технології виробництва залізобетонних шпал, способи прискорення твердіння та підвищення ранньої міцності бетону шпал, добавки суперпластифікатори та комплексні добавки суперпластифікаторів та прискорювачів, обмеження на їх застосування для залізобетонних шпал. Висунуто робочу гіпотезу, яка полягає у підвищенні ранньої міцності бетону за рахунок застосування бетону оптимального складу з комплексною добавкою суперпластифікатора полікарбоксилата і прискорювача, що не спричиняє корозійного впливу на арматуру, - дисперсії гідросилікатів кальцію як дисперсної підкладки для швидкого утворення і зростання

Вхідний № 01-4964.820.005

« 05 » 01 2022 р.

УкрДУЗТ

кристалогідратів. Для досягнення мети і доведення гіпотези було висунуто завдання досліджень.

У розділі 2 наведено матеріали і методи досліджень. Фізичні властивості матеріалів для бетону, реологічні властивості бетонних сумішей та фізико-механічні властивості бетону автор визначає стандартними методами, фракційний склад цементів – за допомогою аналізатора розміру частинок Malvern ZetaSizer. Можливість утворення продуктів гідратації цементу з добавками досліджується термодинамічним методом, склад продуктів гідратації – за допомогою рентгенофазового аналізу, інфрачервоної спектроскопії, скануючої електронної мікроскопії, граничний корозійно безпечний вміст добавок електролітів – шляхом стехіометричних розрахунків, а вплив добавок на корозійний стан сталеві арматури в бетоні – потенціостатичним та мікроскопічним методами.

Розділ 3 містить теоретичне обґрунтування підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних шпал комплексною добавкою. Визначено електроповерхневі потенціали та заряди основних складових цементного каменю та бетону, проведено термодинамічний аналіз можливості утворення кристалогідратів як продуктів взаємодії клінкерних мінералів і добавок електролітів, досліджене та змодельоване механізми впливу добавок суперпластифікаторів, прискорювачів твердіння електролітів та дисперсії гідросилікатів кальцію на розвиток структури продуктів гідратації в ранні строки твердіння з урахуванням електроповерхневих зарядів складових цементного каменю та бетону та можливості утворення між ними електрогетерогенних контактів.

У розділі 4 наведені результати експериментальних досліджень з підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних шпал комплексною добавкою. Досліджено вплив добавок суперпластифікаторів полікарбоксилатів, комплексних добавок на ранню міцність бетону шпал, виконано фізико-хімічні дослідження цементного каменю з добавками, електронно-мікроскопічні дослідження його структури, потенціодинамічні та мікроскопічні дослідження корозійного стану сталеві арматури в бетоні з добавками.

Розділ 5 містить інформацію щодо впровадження результатів досліджень у виробництві збірних залізобетонних конструкцій і будівельних композиційних матеріалів. Розроблено рекомендації із застосування добавок суперпластифікаторів полікарбоксилатів та прискорювачів твердіння в бетон залізобетонних шпал. Розроблені засоби з підвищення ранньої міцності бетону застосовані для підвищення водостійкості композитів на основі мінеральних в'язучих комплексними добавками. Виконано оцінку економічної ефективності використання хімічних добавок для зниження енергоємності виробництва залізобетонних шпал. Доведено практичне значення отриманих результатів, яке полягає у забезпеченні зниження ресурсоенерговитрат під час виробництва залізобетонних шпал та інших збірних залізобетонних конструкцій і виробів без зниження показників їх

якості та підтверджується впровадженням на підприємствах, а також у начальний процес.

У **загальних висновках** підсумовано виконання завдань досліджень і констатовано досягнення мети, а у додатках наведені додаткові матеріали.

Таким чином, дисертація викладена послідовно та логічно, з обґрунтуванням актуальності теми, аналітичним оглядом інформації з досліджуваних питань, формулюванням мети і завдань досліджень, викладенням ходу і результатів теоретичних та експериментальних досліджень, розробки конструктивно-технологічних рішень та їх впровадження.

Зміст і структура дисертації відповідають заявленій темі та вимогам, що пред'являються до кваліфікаційних робіт даного рівня. Отримані наукові результати, що викладені в науковій новизні, висновках за розділами і в загальних висновках свідчать, що всі поставлені автором завдання виконані, а мета досягнута, отже, дисертація є завершеною науковою працею.

#### **Наукова новизна одержаних результатів**

Автором отримано нові результати, найбільш вагомими з яких рецензент вважає ті, що стосуються механізму пластифікуючої дії різних аніонних ПАР та прискорюючої дії деяких електролітів:

- лігносульфонати через незначну кількість груп  $SO_3^-$  нейтралізують заряд  $C_3A$  та мають середньоластифікуючий ефект,
- меламінформальдегіди та нафталінформальдегіди через значну кількість груп  $SO_3^-$  перезаряджають  $C_3A$  і мають сильноластифікуючий ефект,
- полікарбосилати через значну кількість функціональних груп  $CO_2^-$  або  $PO_3^{2-}$  та довгі вуглеводневі радикали забезпечують перезарядження  $C_3A$ , підсилене стеричним ефектом, тому мають найбільший пластифікуючий (водоредукуючий) ефект;
- в результаті введення нітрату та хлориду кальцію утворюються термодинамічно стійкі гідронітро- та гідрохлоралюмінати кальцію, кристалогідрати яких мають позитивний поверхневий заряд і утворюють додаткові електрогетерогенні контакти у ранні терміни твердіння; безпечна кількість нітрату та хлориду кальцію визначається їх зв'язуванням алюмінатними фазами а, отже, вмістом  $C_3A$  у клінкері;
- найбільший прискорюючий ефект добавки дисперсії гідросилікатів кальцію з полікарбосилатом досягається за рахунок того, що частинки ГСК збільшують площу поверхонь, на яких відбувається кристалізація продуктів гідратації та забезпечують швидке заповнення ними прошарків між частинками цементу та заповнювачів з утворенням електрогетерогенних контактів.

Також вперше отримано експериментальні залежності ранньої міцності бетону шпал від різних сполучень і кількості добавок суперпластифікаторів полікарбосилатів, прискорювачів електролітів і дисперсії гідросилікатів кальцію за різних режимів твердіння, а також потенціостатичні криві корозійного стану арматури у бетоні з цими добавками.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій** забезпечена їх базуванням на основних положеннях фундаментальних наук – фізичної та колоїдної хімії, фізико-хімічної механіки дисперсних систем, прикладних наук, зокрема, будівельного матеріалознавства, а також узагальненням і використанням світового та регіонального досвіду з досліджуваних питань.

**Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій** забезпечена коректною постановкою, метрологічною і статистичною забезпеченістю експериментальних досліджень, застосуванням незалежних методів досліджень, узгодженістю результатів експериментальних досліджень з теоретичними припущеннями та результатами дослідно-промислового впровадження.

**Практичне значення результатів дисертаційного дослідження** полягає у забезпеченні зниження ресурсоенерговитрат під час виробництва залізобетонних шпал та інших збірних залізобетонних конструкцій і виробів без зниження показників їх якості та підтверджується впровадженням на підприємствах, а також у початковий процес з підготовки бакалаврів, магістрів, докторів філософії за спеціальностями 192 Будівництво та цивільна інженерія і 273 Залізничний транспорт у складі лекційних курсів, практичних занять, лабораторних робіт з дисциплін «Будівельне матеріалознавство», «Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів і конструкцій», «Модифікація бетонів і будівельних розчинів хімічними, мінеральними добавками та полімерами».

#### **Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності**

Порушення академічної доброчесності в дисертації не виявлені. Використані текстові та ілюстративні запозичення супроводжуються коректним посиланням на першоджерела, ілюстративних спотворень не виявлено.

#### **Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи**

1. Автор доводить, що частинки суспензії гідросилікатів кальцію виконують функцію кристалічних затравок або підкладок для утворення і зростання продуктів гідратації, а цими продуктами є кристалогідрати, які утворюють електрогетерогенні контакти з підкладками. Незрозуміло, чому не розглядається можливість зростання від поверхонь кристалічних затравок гідросилікатних структур, які б мали іон-іонні взаємодії з цими поверхнями.

2. Відомо, що морфологія кристалогідратів може впливати на міцність цементного каменю. Так, багато дослідників відзначають підвищення міцності цементного каменю за рахунок утворення довгих голчастих кристалів. Доцільно було спробувати дослідити вплив морфології кристалогідратів, утворених за рахунок уведення досліджуваних добавок, на ранню міцність цементного каменю.

3. Також доцільно було дослідити вплив добавок не тільки на корозійний стан сталеві арматури, а й на адгезію цементного каменю до неї.

4. Корозійний вплив цементного каменю з добавками на сталеву арматуру звичайно досліджують потенціостатичним методом. Автор

застосовує потенціодинамічний метод. Доцільно було пояснити різницю між цими методами та обґрунтувати необхідність проведення саме потенціодинамічних досліджень.

Наведені зауваження мають дискусійний характер і в перспективі можуть бути враховані автором під час подальших досліджень.

#### **Повнота викладення результатів в опублікованих працях**

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 5 друкованих працях, з яких 2 статті у фахових виданнях, що входять до переліку, визначеного МОН для публікації результатів дисертаційних досліджень, 2 статті у виданнях, що індексується НМБД Scopus, 1 стаття у періодичному науковому виданні держави ЄС. Основні положення роботи викладено та обговорено на міжнародних наукових конференціях – апробацію матеріалів дисертації засвідчують 2 публікації у збірниках їх праць. Результати дисертації додатково відображені ще у одній статті у фаховому виданні, описах до 1 заявки на видачу патенту на винахід і 2 заявках на видачу патенту на корисну модель. Аналіз публікацій свідчить про повноцінне відображення сутності отриманих результатів дисертаційного дослідження та їх наукової новизни.

#### **Ідентичність змісту анотації та основних положень дисертаційної роботи**

Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним до основних наукових положень дисертації, відповідає її змісту та достатньо повно висвітлює її основні результати та висновки.

#### **Висновок**

Відзначені у зауваженнях недоліки не знижують загальної позитивної оцінки дисертації «Підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних шпал комплексними добавками», яка є завершеною науковою роботою та за актуальністю, достовірністю, новизною наукових положень, висновків і рекомендацій, їхньою значимістю для науки і практики відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167), а її автор Калюжна Олена Вячеславівна заслуговує на присудження освітньо-наукового рівня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, доцент,  
професор кафедри будівельних  
конструкцій та матеріалознавства  
Харківського національного університету  
будівництва та архітектури

*Підпис засвідчую.*

*Наталя Іванівна Костюк*



**Тетяна КОСТЮК**

*Т. Костюк*