

ВІДЗИВ ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

про дисертаційну роботу **Конєва Віталія Васильовича**
**«Електропровідна силікатна композиція для захисту від електрокорозії
конструкцій і споруд залізниць»**, представленої на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

Актуальність обраної теми. Відомо, що вплив постійного і змінного електричного струму негативно впливає на довговічність бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд. Особливу небезпеку являють струми витоку, які сприяють вилуговуючій корозії і вимиванню $\text{Ca}(\text{OH})_2$, подальшому утворенню тріщин і руйнуванню бетону. Підсилюють руйнування надлишкові електричні заряди. Для захисту від цього використовують різні дренажні пристрої, в тому числі на основі металоін'єкційних обойм, а також цементних композитів, улаштування яких досить трудомістке і дороге. Тому розробка нових науково обґрунтованих і більш дешевших та ефективних технологічних рішень на основі матеріалів з рідкого скла є актуальним завданням.

Зв'язок з галузевими науковими програмами. Дисертаційна робота, виконана автором на кафедрі «Будівельні матеріали, конструкції та споруди» Українського державного університету залізничного транспорту у межах держбюджетних і госпдоговірних науково-дослідних робіт кафедри, де автор був співвиконавцем. Виконані науково-дослідні роботи мають державну реєстрацію.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій.

1. Отримали подальший розвиток уявлення про механізм переходу струму через границі розподілу ґрунт-бетон і бетон-арматура, які пояснюють механізм електрокорозії арматури і бетону конструкцій залізничних платформ.

2. Вперше визначено, що у залізобетонних та бетонних конструкціях при дії струму витоку утворюються: зони нейтралізації та вилуговування бетону, в яких відбувається корозія бетону, катодна зона арматури, в якій відзначено зниження корозія, і анодна зона, в якій корозія арматури відбувається інтенсивно.

3. Вперше експериментально встановлені залежності фізико-механічних і електрофізичних характеристик композитів на основі рідкого скла від співвідношення наповнювачів, в тому числі вмісту графіту і шлаку.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується використанням комплексу незалежних стандартних і оригінальних методів дослідження, які взаємно доповнюють один одного. При

цьому вони базуються на фундаментальних положеннях електрохімії і колоїдної хімії. Теоретичні положення роботи підтверджені результатами експериментальних досліджень. Застосування в дисертації фізико-хімічних і фізико-механічних методів дослідження, які взаємно підтверджують один одного, дозволило авторові зробити обґрунтовані висновки.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Під час виконання дисертаційної роботи, зокрема, аналітичного огляду літератури, розробки теоретичних передумов, формулювання гіпотези досліджень, автор ґрунтувався на зіставленні експериментальних даних і теоретичних передумов. Зроблені здобувачем висновки і рекомендації узгоджуються з існуючими уявленнями та підтверджені результатами натурних досліджень, отже, є обґрунтованими.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Були розроблені склади захисних силікатних композитів на основі графітового і шлакового наповнювачів для захисту конструкцій від дії агресивних електричних впливів, а також технологія їх виготовлення.

2. Була розроблена технологія влаштування захисного екрану із електропровідної силікатної композиції з наповнювачами, яка пройшла апробацію при дослідно-промисловому впровадженні із захисту пасажирської платформи на з.п. Комарівка регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця».

3. За результатами досліджень були розроблені технологічний регламент на виготовлення захисних електропровідних сумішей, рекомендації, а також СТП 06-018:2020 Інженерні споруди. Мости залізничні. Правила фарбування в процесі експлуатації.

Зміст і оформлення дисертації, її завершеність

Дисертаційна робота автора складається із анотацій українською та англійською мовами, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 208 найменувань і 10-ти додатків. Дисертація викладена на 148 сторінках основного тексту. У дисертації містяться 79 рисунків і 29 таблиць.

У анотації приведено короткий зміст дисертаційної роботи. Наведено ключові слова, які найчастіше вживаються у роботі. Наведено список опублікованих праць за темою дисертації. Зазначені публікації апробаційного характеру. Приведена анотація англійською мовою.

У вступі автором обґрунтовано актуальність роботи, мета і задачі досліджень, визначені об'єкт та предмет досліджень, наведено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Визначено особистий внесок

здобувача. Приведено відомості про структуру дисертації, публікації та апробації результатів дисертаційного дослідження.

У першому розділі проведено аналітичний огляд робіт з дослідження факторів, які спричиняють пошкодження та руйнування конструкцій будівель і споруд, створення способів захисту від них. Виділено основні з них: механічні, фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біохімічні, електрохімічні фактори. Саме останні у вигляді електричних впливів струмів витоку з рейок та електрокорозія від них характерні для залізничної інфраструктури.

Проаналізовано досягнення наукової школи А.М. Плугіна щодо руйнівного впливу надлишкових електричних зарядів на конструкції. Показано, що струми витоку спричиняють електрокорозію сталевих конструкцій і арматури залізобетону за рахунок наведення на конструкції пульсуючого однонаправленого електричного потенціалу, а також електрокорозію бетону у вигляді електроміграційного вилуговування. Обводненість конструкцій прискорює електрокорозійні процеси. За результатами натурних обстежень уточнено найбільш уразливі для електрокорозії місця деяких споруд залізничної інфраструктури. Показано, що ефективним засобом їх захисту від електрокорозії є заземлені металоін'єкційні обойми або електропровідні покриття-екрани на основі портландцементу з електропровідним наповнювачем, які дренують струми витоку та блукаючі струми. Проте такі обойми, за рахунок значного вмісту хімічних добавок і покриття, є дорогими.

У зв'язку з цим звернуто увагу на електротехнічні композиції на основі лужних в'язучих, припущено можливість створення електропровідної силікатної композиції на основі рідкого скла для екранного захисту конструкцій у випадку, коли немає необхідності відновлювати несучу здатність та ремонтувати поверхні конструкції. Припущено також, що водостійкість такої композиції може бути забезпечена додаванням меленого доменного гранульованого основного шлаку. Внаслідок взаємодії шлаку з рідким склом утворюватимуться кальцієві, лужні та лужноземельні цеолітоподібні алюмосилікати. За розділом зроблено висновки.

У другому розділі автор наводить характеристики основних матеріалів та методів досліджень. Для експериментальних досліджень було застосовано розчин силікату натрію, електропровідні наповнювачі - графіт, алюмінієву пудру, порошки заліза, міді, цинку, кремнійфторид натрію, доменний гранульований мелений шлак.

У третьому розділі автором розвинуто уявлення про електрокорозію конструкцій від пульсуючого однонаправленого електричного потенціалу. Запропоновано схеми протікання струмів витоку через залізобетонні конструкції залізничних платформ. Доповнено механізм наведення потенціалів

на арматуру залізобетонних будов на ділянках залізниць з контактною мережею постійного струму. Проведені дослідження і запропонована схема протікання корозійних струмів. Встановлено, що потенціал індукується при поляризації порового електроліту в захисному шарі бетону при дії електричного поля. При цьому відбувається поділ зарядів: на арматурі - позитивного, на поверхні бетону - негативного.

Згідно з теоретичними дослідженнями автора показана можливість підвищення водостійкості силікатних композицій за рахунок уведення меленого доменного гранульованого шлаку. Спираючись на значення вільної енергії Гіббса реакцій автор встановив, що у разі отвердження силікатів натрію кремнійфторидом натрію, продуктами їх взаємодії є гель кремнекислоти $Si(OH)_4$ і фторид натрію, частинки яких мають негативний поверхневий заряд і утворюють між собою виключно електрогетерогенні контакти, які в сухих умовах за рахунок високої концентрації порового електроліту NaF попри високу міцність не є водостійкими. Але при додаванні меленого доменного гранульованого шлаку його мінерали взаємодіють із лужними складовими з утворенням гідронітрату, C_3AH_6 і CaF_2 . Частинки C_3AH_6 і CaF_2 мають позитивний поверхневий заряд і утворюють з частинками гелю ортокремневої кислоти електрогетерогенні контакти, що забезпечує підвищення водостійкості.

Приведені результати досліджень протікання електричного струму крізь силікатну композицію з графітовим наповнювачем. Було теоретично обґрунтовано, що на поверхні частинок графіту утворюються анодні та катодні ділянки в залежності від напрямку прикладеного електричного потенціалу. При цьому на анодних ділянках відбувається розчинення C і, відповідно, утворенням карбонатів, а на катодних ділянках – утворення аніону OH^- . За розділом зроблені висновки.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень електропровідних силікатних композицій. Показано, що питомий електричний опір композицій із металевих наповнювачів і силікату натрію вище, ніж у силікатних композицій з графітовими наповнювачами. Таке підвищення можна пояснити можливим утворенням на поверхні металевих частинок гідроксидних плівок, які створюють високий перехідний опір на поверхнях розподілу та підвищують загальний опір. На поверхні частинок графіту такі плівки відсутні.

Показано, що застосування захисного екрану з електропровідної силікатної композиції знижує величину наведеного на арматуру потенціалу на 58 %. У разі заземлення екрану потенціал майже не наводиться. За розділом зроблено висновки.

У п'ятому розділі проведено дослідно-промислове впровадження розроблених автором захисних складів від електрокорозії. Запропоновані автором

склади захищено патентами України на винахід. Розроблені нормативні документи на виробництво сумішей для захисту від електрокорозії.

Під час капітального ремонту високої пасажирської платформи зупиночного пункту Комарівка на Південній залізниці було впроваджено результати досліджень та розраховано відповідний економічний ефект.

Загальні висновки повністю відображають результати виконаних досліджень.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Основні положення дисертаційного дослідження автора опубліковано у 18 наукових публікаціях, у тому числі 5 публікацій у наукових фахових виданнях України, 1 – у виданні, що включено до міжнародної бази Scopus, 2 – додаткові публікації, 2 патенти України на винахід, 8 публікацій апробаційного характеру.

Робота пройшла апробацію на 6-ти науково-технічних та науково-практичних конференціях Харкова та Могильова.

Апробації та публікації достатньо повно відображають основні результати дисертаційного дослідження.

Ідентичність змісту автореферату та основних положень дисертації

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертаційного дослідження автора.

Зауваження до змісту дисертації й автореферату

1. На стор. 55...60 надмірно докладний опис систем контролю і моніторингу руйнувань, який не має відношення ні до теми, ні до мети, ні до завдань дисертації.

2. У розділі 1, який присвячений літературному огляду, наведені описи участі автора дисертації в роботах з боротьби з електрокорозією бетону, що не має відношення до теми дисертації, а також в будь-якому випадку не повинні бути присутніми в огляді, який повинен бути присвячений роботам інших дослідників.

3. Із тексту на стор. 79 незрозуміло, в чому полягає удосконалення оригінальної методики дослідження впливу електричного поля від контактного проводу на залізобетонні конструкції.

4. На стор. 126 висновок 5 про утворення різнозаряджених ділянок вимагає прямого експериментального підтвердження.

5. На стор. 127 незрозуміло, чому різні склади електропровідних композицій наносили на різні підкладки: на цементно-піщаний розчин або на діелектричну пластину?

6. Автору слід пояснити, чому в досліджуваних зразках (рис. 4.5, стор. 134) вміст міді становив 100 %, в вміст цинку - більше 100 %, а саме – 125 %?

7. Міцність розроблених композицій значно нижча за міцність бетону, на який її наносять, тому різною є й їх деформативність, що може призводити до відшарування захисних покриттів від підкладки через різні температурні деформації. Тому доцільно було б провести прями випробування суцільності роботи покриття і основи.

8. Слід відзначити, що розробка системи моніторингу технічного і корозійного стану будівель та споруд залізниць (стор. 194), здається зайвою та не зовсім стосується мети та завдань дисертації.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Зауваження, представлені у відзиві, носять дискусійний та рекомендаційний характер і не знижують значимості і позитивної оцінки поданої дисертації. Робота **Конєва Віталія Васильовича** є завершеним дослідженням, яке містить наукові рішення, отримані самостійно, шляхом теоретичних та експериментальних розробок. Актуальність, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність, наукова новизна, практична цінність дисертаційної роботи відповідає вимогам МОН України, що пред'являються до кандидатських дисертацій (пункти 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567). Автор дисертаційної роботи, **Конєв Віталій Васильович**, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 - будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент,
професор кафедри технології
дорожньо-будівельних матеріалів і хімії
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету,
доктор технічних наук, професор

С.М. Толмачов

