

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Українська державна академія залізничного транспорту

ПАЛІЙ Віктор Володимирович

УДК 666.972.12

**ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИЙ РОЗЧИН ДЛЯ ЗАХИСТУ І РЕМОНТУ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗАЛІЗНИЦЬ**

Спеціальність 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту (ДНУЗТ) Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Пшінько Олександр Миколайович,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту, завідувач кафедри будівель та
будівельних матеріалів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Приходько Анатолій Петрович,
Придніпровська державна академія будівництва та
архітектури, завідувач кафедри технології будівельних
матеріалів, виробів і конструкцій;

кандидат технічних наук, доцент
Костюк Тетяна Олександрівна,
Харківський національний університет будівництва та
архітектури, доцент кафедри будівельних матеріалів та
виробів.

Захист відбудеться 28 лютого 2013 р. о 15³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.02 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: Україна, 61050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: Україна, 61050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7

Автореферат розісланий « » січня 2013 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
к.т.н., доцент

Г.Л. Ватуля

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Міністерством інфраструктури України і Державною адміністрацією залізничного транспорту України «Укрзалізниця» продовжується реалізація програм ремонту і реконструкції будівель, службово-технічних та інженерних споруд. Виконання цих програм повинно забезпечувати безпечне і безперебійне функціонування залізниць, не зважаючи на вік і технічний стан будівель і споруд. До швидкого погіршення технічного стану особливо схильні будівлі, споруди та їх окремі елементи, що експлуатуються в безпосередній близькості від залізничних колій.

У будівлях і спорудах, віддалених від залізничних колій, пошкодження відбуваються під впливом природних і антропогенних агресивних факторів – поперемінного заморожування і відтавання, зволоження і висихання, механічних дій пилоподібних часток, хімічних та біологічних дій і т.п. Пошкодження бетону і кам'яної кладки, як правило, починається з лущення поверхні, відшаровування розчинної складової бетону, потім поширюється в глибину конструкції, утворюючи каверни і т.п.

На відміну від віддалених, будівлі та споруди, розташовані поблизу електрифікованих постійним струмом залізничних колій піддаються пошкодженням набагато інтенсивніше. Але конструкції ще в більшому ступені піддаються пошкодженням і руйнуванню при поєднанні постійних струмів витоку і обводнення. Результати досліджень, зокрема виконаних в УкрДАЗТ, свідчать про руйнівну дію на конструкції в умовах обводнення і змінного струму. Як вважається, змінний струм не створює небезпеки для будь-яких конструкцій, а звичайний постійний струм є небезпечним лише для залізобетонних конструкцій, викликаючи електрокорозію арматури, продукти корозії якої потім руйнують захисний шар бетону.

Згідно з дослідженнями УкрДАЗТ, руйнівна дія струмів витоку на залізницях обумовлена їх імпульсним режимом, пов'язаним з рухом поїздів. При цьому постійний струм, по суті, є не звичайним постійним, а пульсуючим однонаправленим. В умовах обводнення конструкцій такий струм викликає електрокорозію не тільки залізобетонних конструкцій, а й бетонних неармованих і, навіть, кам'яних. Струм витоку з рейок потрапляє на конструкції через перони, платформи, ґрунт між рейковими коліями і будівлями та спорудами. Руйнівна дія струмів посилюється під час дощів і сніготанення. Особливо важливого значення у вказаних умовах набуває низька електропровідність (високий електричний опір) ремонтних розчинів і т.п. для зменшення струмів витоку, що протікають крізь конструкції.

Критичний аналіз літературних джерел показує, що всьому цьому комплексу вимог щонайкраще задовольняють полімерцементні розчини (полівінілацетатні, резорцинові, карбамідні, фенол-формальдегідні). Для застосування в різних регіонах України найбільший інтерес як полімерна добавка в бетони і розчини становить карбамідна смола, оскільки вона дешевша, малотоксична (застосовуються в меблевій промисловості) і

виробляються в Україні. При цьому за своїми фізико-механічними характеристиками вона майже не поступається іншим видам полімерів. До теперішнього часу накопичений ряд дослідних даних щодо властивостей і рецептур різних карбамідних композитів. Проте ці дослідження не охоплювали питань захисту, ремонту й відновлення будівель і споруд в умовах дії струмів витоку і обводнення на залізницях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась у складі науково-дослідних робіт Галузевої науково-дослідної лабораторії «Матеріали та будівлі для залізничного транспорту» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ):

- «Систематизація пластифікуючих добавок для бетонів, які використовуються в транспортному будівництві, і визначення їх технічних властивостей» (№ ДР 0107U001828, держбюджетна, виконана на замовлення Міністерства транспорту і зв'язку України у 2007–2008 рр.);
- «Розробка ВБН «Проектування, будівництво і експлуатація будівель і службово-технічних споруд при швидкісному і високошвидкісному русі поїздів» (№ ДР 0107U010384, виконана на замовлення Державної адміністрації залізничного транспорту України «Укрзалізниця» у 2007–2008 рр.);
- «Дослідження і розробка модифікованих складів для ремонту будівель і інженерних споруд, які експлуатуються на залізничному транспорті» (№ ДР 108U008048, виконана на замовлення ДП «Одеська залізниця» у 2008–2009 рр.).

Автор виконував роботи з розробки і дослідження полімерцементних розчинів для ремонту будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка та оптимізація складів

полімерцементних розчинів для ремонту і захисту від електрокорозії будівель та споруд,

які експлуатуються на залізницях.

Для досягнення цієї мети вирішувалися такі задачі:

- вивчення процесів руйнування поверхні будівель та споруд із бетону і кам'яної кладки, розташованих поряд із залізничними коліями, у тому числі електрифікованими постійним струмом;
- встановлення закономірностей структуроутворення полімерцементних розчинів;
- дослідження геометричних і електроповерхневих, а також електроізоляційних властивостей складових і самих полімерцементних розчинів;
- дослідження залежностей властивостей реологічних властивостей полімерцементних розчинів і міцнісних характеристик модифікованого полімерцементного каменю від їх складу та інших факторів;
- дослідження впливу складу модифікованого полімерцементного розчину на експлуатаційні властивості ремонтного шару;
- дослідження адгезії модифікованих полімерцементних розчинів до поверхні бетону;

- дослідження електрокорозійної стійкості полімерцементних розчинів;
- розробка складів і технології виготовлення модифікованих полімерцементних сумішей, їх виробнича перевірка і впровадження при ремонтних роботах на будівлях і спорудах, що експлуатуються на залізницях.

Об'єкт дослідження – полімерцементний розчин на основі карбамідної смоли для ремонту поверхні будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях.

Предмет дослідження – властивості, явища, процеси і взаємодії в полімерцементних розчинах на основі карбамідної смоли для ремонту будівель і споруд залізниць.

Методи дослідження. Реологічні властивості і структуроутворення розчинів

досліджували шляхом визначення рухливості сумішей і термінів їх тужавлення. Міцнісні характеристики полімерцементного каменю досліджували шляхом його випробувань на стиск і згин. Оптимізацію складів виконували за допомогою математичного моделювання.

Фізичні, фізико-механічні та експлуатаційні властивості затверділих розчинів

досліджували шляхом визначення їх водопоглинання, водонепроникності, зносостійкості, їх адгезії до поверхні бетону і каменю – випробуванням на відрив, деформативні

властивості – визначенням коефіцієнта лінійного температурного розширення і показника усадки каменю й розчину.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- визначено субмікроструктурні геометричні й електроповерхневі характеристики складових полімерцементного розчину на карбамідній смолі з добавкою золи виносу, поглиблено уявлення про механізми впливу смоли і золи виносу на процеси гідратації і структуроутворення цементу в цих розчинах;
- розроблено моделі залежності реологічних характеристик і міцності модифікованих полімерцементних розчинів від їх складових, що дозволяють оптимізувати їх склади;
- встановлено інтервали співвідношення карбамідної смоли й наповнювача, в межах яких досягаються найкращі показники рухливості суміші розчину й міцності каменю і затверділого розчину;
- визначено особливості формування контактної зони «бетонна (кам'яна) поверхня – полімерцементний розчин», які виражаються в зміцненні міжфазного шару за рахунок оптимального наповнення системи, що призводить

до збільшення міцності зчеплення ремонтного шару з бетонною або кам'яною поверхнею споруди (вдосконалено);

- встановлено особливості формування деформаційних властивостей модифікованих полімерцементних розчинів, сумісних з показниками бетону або каменю ремонтваної споруди, що досягається управлінням процесом структуроутворення полімерцементного розчину.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено оптимальні склади модифікованих полімерцементних розчинів на основі портландцементу і карбамідної смоли для відновлення поверхні будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях;

- розроблено основи технології торкретування поверхні бетону або каменю модифікованим полімерцементним розчином;

- доведено економічну ефективність застосування модифікованих полімерцементних розчинів для відновлення поверхні будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях;

- результати досліджень впроваджено в розробленому ВБН В 2.3-1-2008 «Проектування, будівництво і експлуатація будівель і службово-технічних споруд при швидкісному і високошвидкісному русі поїздів».

Особистий внесок здобувача полягає в наступному:

- виконано аналіз процесів пошкодження поверхні бетону і каменю, а також матеріалів

для її відновлення, критично проаналізовано сучасні уявлення про закономірності

структуроутворення полімерцементних розчинів;

- досліджено та оптимізовано реологічні властивості, а також міцність модифікованих полімерцементних розчинів;

- досліджено фізичні, експлуатаційні й деформаційні властивості розроблених полімерцементних розчинів, прийнятих для відновлення поверхні будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях;

- вивчено зміни міцнісних і адгезійних характеристик розроблених полімерцементних розчинів за різних умов експлуатації;

- рекомендовано рецептури для відновлення поверхні бетону або каменю будівель та споруд і розроблено основні положення технології проведення ремонтних робіт способом торкретування.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати роботи доповідалися на конференціях: 71-й Міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії і фахівців залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, УкрДАЗТ, 22–24 квітня 2009 р.); 3-й Всеукраїнській науково-

технічній конференції «Сучасні технології бетону» (м. Київ, ДП НДІБК, 19–22 травня 2009 р.); 70-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 15–16 квітня 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології життєвого циклу об'єктів житлово-цивільного, промислового і транспортного призначення» (АР Крим, м. Алушта, 19–17 вересня 2010 р.), 3-й Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми надійності й довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, УкрДАЗТ, 12–13 квітня 2011 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано у 8 статтях у фахових виданнях, рекомендованих МОНмолодьспорту України.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 134 найменувань, 4 додатків, викладена на 206 сторінках і містить 92 рисунки і 27 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовано його мету й завдання, наукову новизну й практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, наведено дані щодо апробації роботи.

У першому розділі виконано критичний аналіз основних дій, що призводять до руйнування конструкцій, а також поверхні будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях України. Наведено результати досліджень стану найбільш пошкоджених будівель і споруд на ділянках залізничної колії, електрифікованих постійним струмом, вдосконалено схеми потрапляння струмів витoku на конструкції будівель і споруд (рис. 1 і 2), проведено критичний аналіз сучасних уявлень про закономірності структуроутворення полімерцементних розчинів на водорозчинних полімерах та водних дисперсіях.

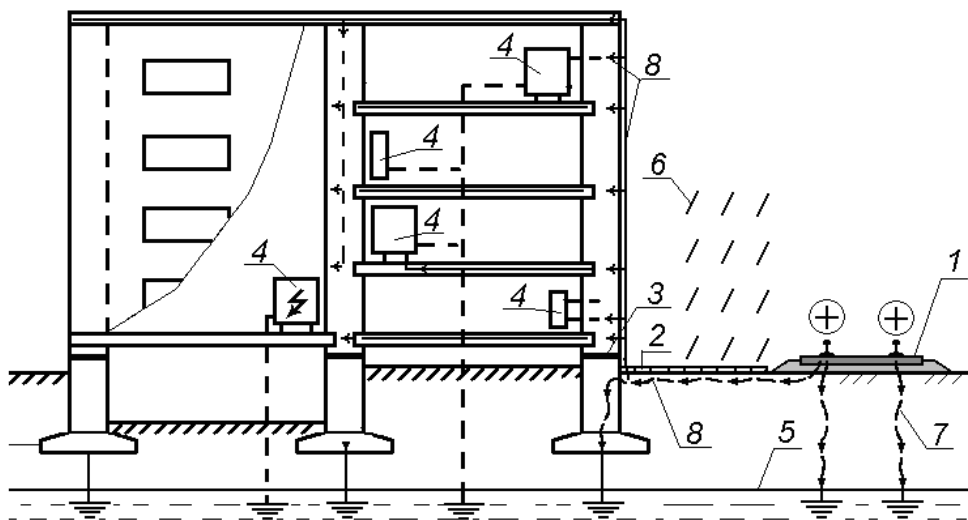


Рис.1. Схема потрапляння струмів витoku на конструкції будівлі: 1 – рейкова колія, електрифікована постійним струмом; 2 – мостиння перону; 3 – горизонтальна гідроізоляція; 4 – заземлене електроустаткування; 5 – рівень ґрунтових вод; 6 – атмосферні опади; 7 – струм витoku, що переважає в суху

погоду; δ – струм витоку, що переважає в дощову погоду або при високому рівні ґрунтових вод

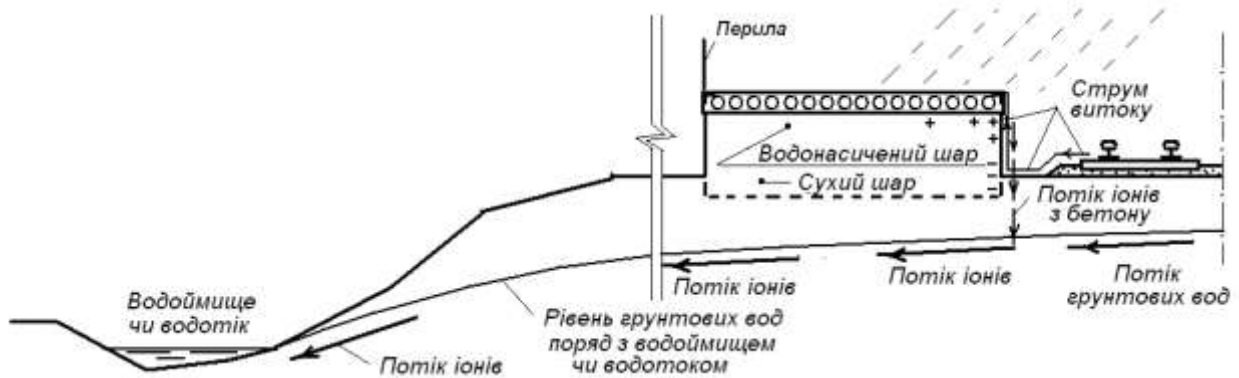


Рис.2. Схема протікання струму витоку з рейок в конструкції платформи і винесення іонів з бетону у водоймище або водоток

Також наведено особливості формування контактного шару між бетоном старої поверхні й полімерцементним розчином, описано підготування старої поверхні до нанесення захисного складу та виконано аналіз властивостей карбамідних і полівінілацетатних (ПВА) смол з позицій їх застосування для захисту й відновлення поверхні будівель і споруд.

На підставі цього сформульована робоча гіпотеза дисертації, яка полягає в наступному. Довговічність поверхні будівель і споруд, розташованих поблизу залізничної колії, електрифікованої постійним струмом, може бути набагато збільшена за рахунок зменшення струмів витоку з рейок в колі «рейки – заземлення устаткування в будівлі» шляхом зниження електропровідності матеріалу конструкцій, включених в це коло. Найбільш надійно, технологічно й економічно це може бути досягнуто шляхом використання недефіцитних і недорогих недренуючих, з низькою електропровідністю і високою електрокорозійною стійкістю полімерцементних розчинів, які слід застосовувати як штукатурні або проникаючі розчини, розчинів для закладення швів, покриттів на пероні або платформах, у тому числі поверх фільтруючої плитки та ін.

Попередні дослідження дозволили обрати для подальших досліджень найбільш поширені, технологічні й дешеві полімерцементні розчини на основі водорозчинних смол, зокрема, полівінілацетатних і карбамідних. На підставі проведеного аналізу науково-технічної та патентної інформації, а також запропонованої наукової гіпотези, сформульована мета і задачі дисертаційної роботи.

У другому розділі наведено основні характеристики матеріалів, що

використовувались у дослідженнях. Застосовувались стандартні методи досліджень основних властивостей полімерцементних розчинів, а також спеціально розроблені методики визначення рухливості полімерцементних сумішей та адгезійної міцності розроблених полімерцементних розчинів до поверхні, що ремонтується. Вибрано метод обробки експериментальних даних, побудови й дослідження математичних моделей, що дозволяє оптимізувати реологічні й міцнісні властивості цементно-полімерних розчинів.

У третьому розділі здійснено експериментально-теоретичне обґрунтування й розробку полімерцементного розчину оптимального складу.

Набуло розвитку уявлення про механізми взаємодії карбамідної смоли з цементом. Встановлено, що можливості використання карбамідної смоли для створення полімерцементних розчинів з міцністю, порівняною з міцністю цементного каменю при однаковому водоцементному відношенні В/Ц, далеко не вичерпані. Для розкриття цих можливостей виконаний аналіз механізмів взаємодії смоли з частками цементу. Встановлено, що добавки високодисперсної золи виносу, а також пил газової очистки виробництва феросиліцію (ПГВФ) утворюють з розчином гідроксиду кальцію низькоосновні гідросилікати кальцію з високою питомою поверхнею, що зменшує товщину шару води на частках. Це приводить до утворення міцного просторового каркаса і забезпечує набагато більшу міцність полімерцементного розчину порівняно з розчинами без добавок, а також його водостійкість.

Досліджено також геометричні й електроповерхневі характеристики структурних елементів полімерцементних розчинів, а також описано їх структурні характеристики (мезорівень). Обґрунтовано оптимальні структурні характеристики полімерцементних розчинів і описано механізм дії карбамідної смоли на рухливість розчину. Розміри структурних елементів карбамідної смоли визначені за мікрофотографіями карбамідного пінопласту з мікронаповнювачем (з літературних джерел) і за збільшеними нами за допомогою ЕОМ окремими фрагментами структури. При цьому виявлено, що структурними елементами початкової карбамідної смоли є обводнені подовжені олігомерні частинки завдовжки до 0,3 мкм. Після затвердіння вони утворюють глобули розміром 0,3–0,5 мкм за рахунок поперечного зшивання з витисненням води й ущільненням. Усі компоненти ПЦР мають явно виражені електроповерхневі властивості й відповідні взаємодії.

Основною характеристикою електроповерхневих властивостей є рівноважний електроповерхневий потенціал $\psi_{\text{эл}}^P$. Відомо, що на в цілому негативній поверхні цементних частинок лише трьохкальцієвий алюмінат C_3A має істотний позитивний потенціал $\psi_{\text{эл}}^P = +0,19$ В. Із продуктів гідратації цементу частинки гідросилікатів кальцію мають також негативний потенціал (високоосновні C_2SH $\psi_{\text{эл}}^P = -0,11$ В і низькоосновні C_2S $\psi_{\text{эл}}^P = -0,33$ В). Усі кристалогідрати мають позитивний потенціал $\psi_{\text{эл}}^P$, зокрема, портландит $Ca(OH)_2$ $+0,53$ В, еtringіт $C_3A(C\bar{S})_3H_{31}$ (і гідромоноссульфоалюмінат кальцію) $+0,19$ В. Рівноважний електроповерхневий потенціал золи виносу визначений

за даними про її хімічний склад відповідно до методики УкрДАЗТ. Він також виявився негативним $\psi_{\text{ЭП}}^P -0,93$ В і значно більшої абсолютної величини порівняно з гідросилікатами кальцію.

На поверхні олігомерних молекул і глобул карбамідної смоли містяться активні групи з великим дипольним моментом, оберненим назовні як позитивним, так і негативним полюсами (рис. 3). З урахуванням геометричних і електроповерхневих характеристик структурних елементів розроблено відповідні модельні схеми.

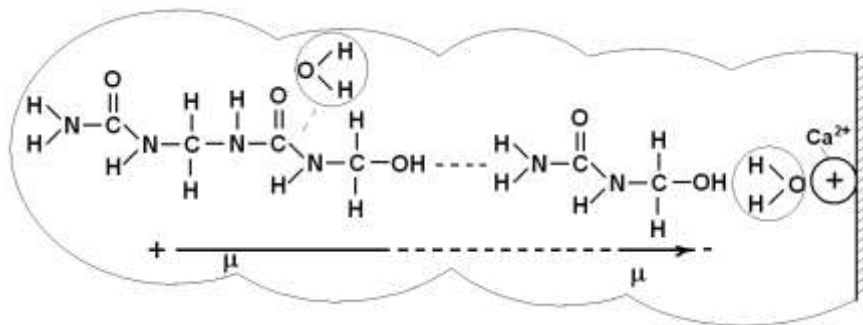


Рис. 3. Схема адсорбції лінійної олігомерної молекули карбамідної смоли на ПВІ Ca^{2+} частинок фракції 5 мкм

Окрім відомих виразів для коефіцієнта розсунення зерен піску μ і відповідних схем упаковки частинок цементу між ними, вперше розроблено схему адсорбції лінійної олігомерної молекули карбамідної смоли на ПВІ Ca^{2+} (рис. 3) і схеми сферичних контактів у мікроструктурі ПЦР (рис. 3 та 4). Зі схеми контактів на рис. 4 оптимальною є схема в, яка забезпечує максимальну щільність, кількість контактів, непроникність ПЦР на мікрорівні, а також найкращу рухливість полімерцементного в'язучого.

Виведено вирази для оптимальних структурних характеристик ПЦР, що забезпечують якнайкращі міцнісні й реологічні властивості ПЦР. Для полімерцементного в'язучого (ПЦВ) з мікронаповнювачем золою виносу:

- оптимальний коефіцієнт розсунення частинок цементу:

$$\lambda_{\text{ОПТ}}^{\text{Ц}} = 2,1 \cdot \left(1 + \frac{d_{\text{МИН}}^{\text{Ц}}}{d_{\text{МАКС}}^{\text{Ц}}} \right)^3 - 1,1, \quad (1)$$

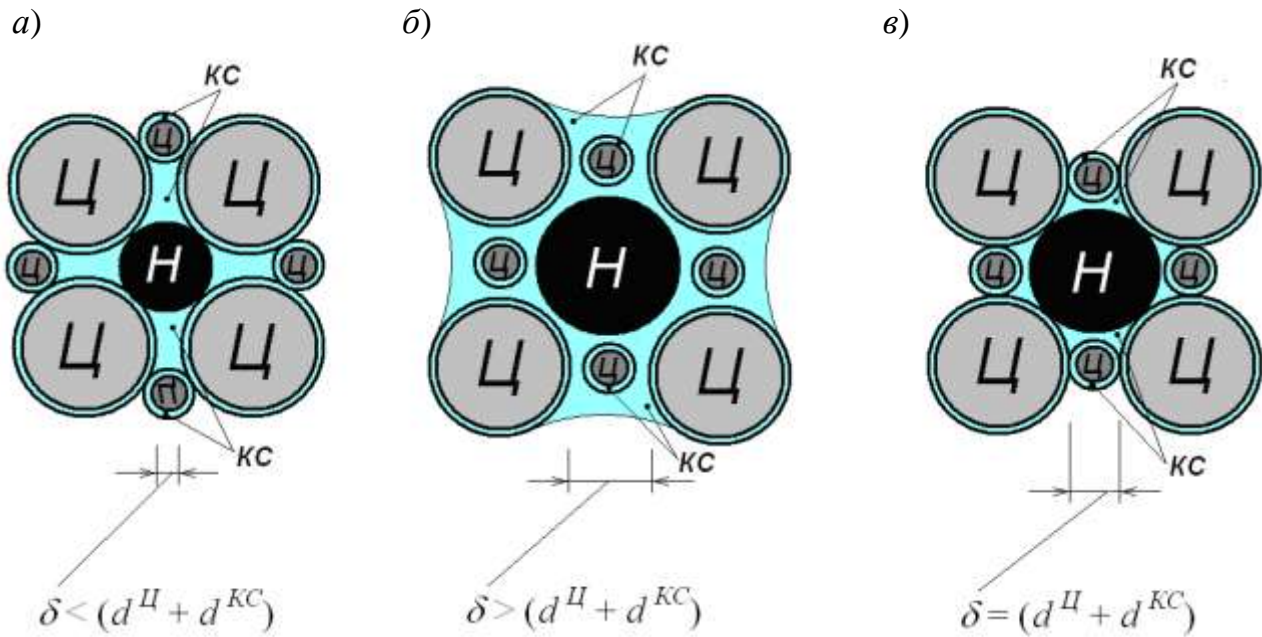


Рис. 4. Схеми сферичних контактів у мікроструктурі полімерцементного розчину

- оптимальне відношення карбамідної смоли до цементу:

$$\left(\frac{КС}{Ц}\right)_{\text{опт}} = s^Ц \cdot \delta_{\text{пов}}^{КС} \cdot \rho^{КС} \cdot \Pi_{\text{пов}}^{КС}, \quad (2)$$

- оптимальне відношення наповнювача до цементу:

$$\left(\frac{H}{Ц}\right)_{\text{опт}} = (\lambda_{\text{опт}}^Ц) \cdot \frac{1}{\rho_{\text{упл}}^Ц} \cdot \Pi_{\text{ус}}^Ц \cdot \rho^H, \quad (3)$$

- оптимальне водоцементне відношення:

$$\left(\frac{B}{Ц}\right)_{\text{опт}}^{\text{ПЦР}} = \left(\frac{B}{Ц}\right)_{\text{опт}} + \frac{H \cdot W^H}{Ц}, \quad (4)$$

де $d_{\text{мін}}^Ц$ – середній діаметр найменшої за розміром фракції цементу (5 мкм); $d_{\text{макс}}^Ц$ – середній розмір найбільш представницької за масою фракції цементу (50 мкм; $\delta_{\text{пов}}^{КС}$ – товщина шару карбамідної смоли на частинках (рис. 4); $\left(\frac{B}{Ц}\right)_{\text{опт}} = 0,23$; W^H – водопоглинання мікронаповнювача.

За розробленими формулами визначено величини оптимальних структурних характеристик ПЦР, які склали: $\mu_{\text{опт}} = 1,14$; $\lambda_{\text{опт}}^Ц = 1,69$; $\left(\frac{H}{Ц}\right)_{\text{опт}} = 0,35$; $\left(\frac{КС}{Ц}\right)_{\text{опт}} = 0,17$; $\left(\frac{B}{Ц}\right)_{\text{опт}}^{\text{ПЦР}} = 0,44$.

Розроблено уявлення про механізм впливу карбамідної смоли на рухливість ПЦР. Цей вплив зумовлений адсорбцією мономерних (рис. 3) і полімерних частинок карбамідної смоли на частинках цементу. Це запобігає виникненню електрогетерогенного притягання між ними і позитивно

зарядженими ділянками трьохкальцієвого алюмінату C_3A . У свою чергу це, за аналогією з дією добавок суперпластифікаторів, різко збільшує рухливість суміші ПЦР.

Розроблений спосіб визначення оптимального складу ПЦР, у якому витрата компонентів (піску Π , води B , цементу \mathcal{C} , мікронаповнювача золи виносу H , карбамідної смоли KC (за сухою речовиною) визначається за формулами:

$$\Pi = \frac{1000}{\frac{\mu_{OPT} \Pi_{\mathcal{C}}^{\Pi}}{\rho_{НАС}^{\Pi}} + \frac{1}{\rho^{\Pi}}}; \quad (5)$$

$$B = \mathcal{C} \cdot \left(\frac{B}{\mathcal{C}} \right)_{OPT} + \Pi \cdot W^G + H \cdot W^H, \quad (6)$$

$$\mathcal{C} = \frac{\mu \cdot \frac{\Pi}{\rho_{НАС}^{\Pi}} \cdot \Pi_{\mathcal{C}}^{\Pi}}{\frac{1}{\rho^{\mathcal{C}}} + \frac{\left(\frac{H}{\mathcal{C}} \right)_{OPT}}{\rho^H} + \frac{\left(\frac{KC}{\mathcal{C}} \right)_{OPT}}{\rho^{KC}} + \left(\frac{B}{\mathcal{C}} \right)_{OPT}} \quad (7)$$

$$H = 0,35\mathcal{C}; \quad (8)$$

$$KC = 0,17\mathcal{C}; \quad (9)$$

$$B = 0,44\mathcal{C}. \quad (10)$$

За даним способом розроблений оптимальний склад ПЦР: $\Pi = 1513 \text{ кг/м}^3$; $\mathcal{C} = 321 \text{ кг/м}^3$; H (зола виносу) $= 112 \text{ кг/м}^3$; $KC = 275 \text{ кг/м}^3$ (55 кг/м^3 за сухою речовиною). Кількість отверджувача призначається залежно від технологічних вимог.

Виконана експериментальна перевірка розроблених уявлень про механізми впливу карбамідної смоли на міцнісні характеристики ПЦР. Відповідні результати випробувань розчину на міцність при стиску та згині наведено на графіках рис. 5, а на когезійну й адгезійну міцність – на рис. 6. Відповідно до цих графіків полімерні в'язучі затримують твердіння ПЦР аж до 7 діб. Проте потім швидкість зростання міцнісних характеристик різко збільшується, і характер цього зростання стає подібним такому для цементного каменю, але в набагато ранньому віці (від 3 до 14 діб).

Однаковий характер зміни когезійної й адгезійної міцності свідчить про те, що адгезія полімерцементного розчину до підкладки зумовлена когезійною міцністю розчину, тобто його міцністю при розтягу, причому адгезія істотно перевищує когезію. Це пояснюється утворенням електрогетерогенних контактів ЕГК між групами NH_2 і PVI OH на негативно заряджених частинках мікронаповнювачів.

Таким чином, викладені теоретичні уявлення про механізм впливу карбамідної смоли (і полімеру ПВА) на твердіння цементу, а також про вплив

високодисперсної золи (і ПГВФ) на структуроутворення цементного каменю з полімером підтвердилися.

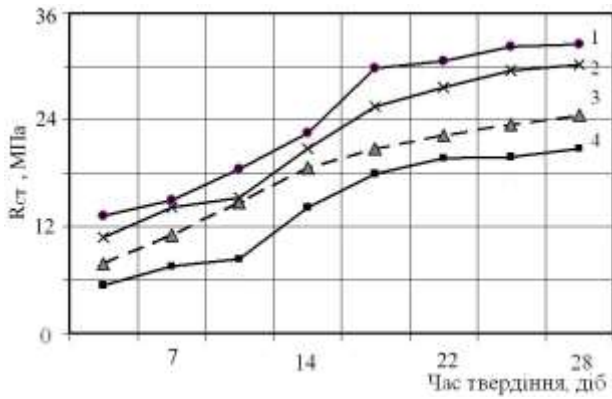


Рис. 5. Залежність міцності на стиск від часу тверднення полімерцементних розчинів: 1 – з карбамідною смолою, хлорним залізом і ПГВФ; 2 – з карбамідною смолою, хлорним залізом і золю виносу; 3 – з полівінілацетатним полімером і ПГВФ; 4 – з полівінілацетатним полімером і золю виносу

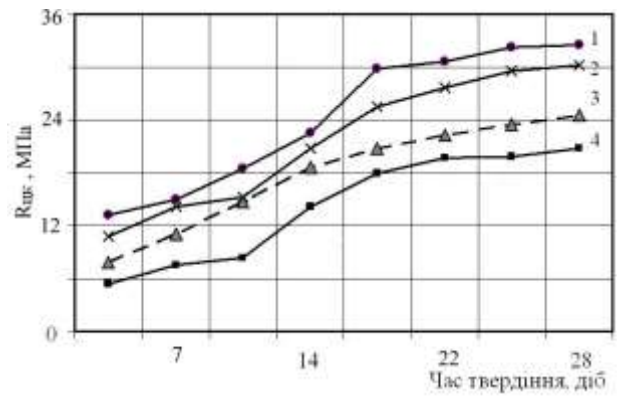


Рис. 6. Залежність когезійної й адгезійної міцності цементного каменю з $B/Ц = 0,45$ і $П/Ц = 0,22$ від часу тверднення протягом 42 дб у нормальних умовах: 1, 2 – когезійна і адгезійна міцність цементного каменю із золю виносу і карбамідною смолою з отверджувачем хлорним залізом; 3, 4 – таке ж саме з полівінілацетатною смолою

З урахуванням експериментальних досліджень полімерцементний розчин на карбамідній смолі з мікронаповнювачем золю виносу обраний як робочий склад.

Виконана експериментальна перевірка розроблених уявлень про механізм впливу карбамідної смоли на умовну в'язкість ПЦВ і час гелеутворення. Результати досліджень наведено на графіках рис. 7 і 8. За графіком рис. 7, умовна в'язкість із збільшенням кількості смоли зменшується і при $КС/Ц = 0,24$ досягає мінімуму (3 с), що майже в п'ять разів менше, ніж в контрольному складі. При цьому карбамідна смола забезпечує необхідну технологічність суміші (час до початку тужавлення від 40 хв до 1 год) при вмісті отверджувача $C_2H_2O_4$ (щавлевої кислоти) 5 %. Це підтверджує коректність розроблених уявлень про механізм впливу карбамідної смоли на рухливість полімерцементних розчинів.

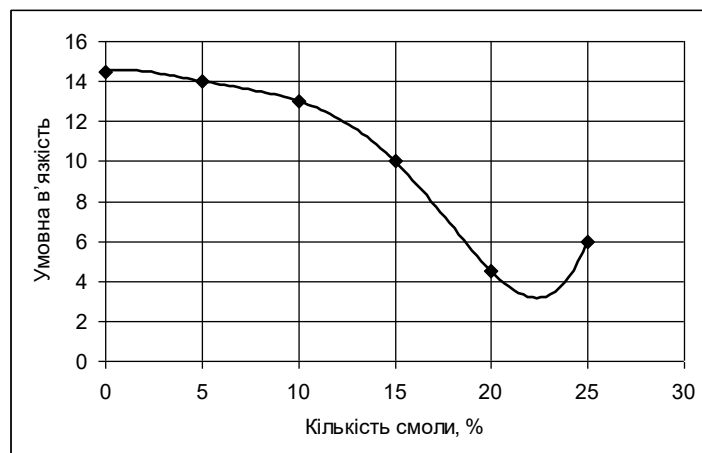
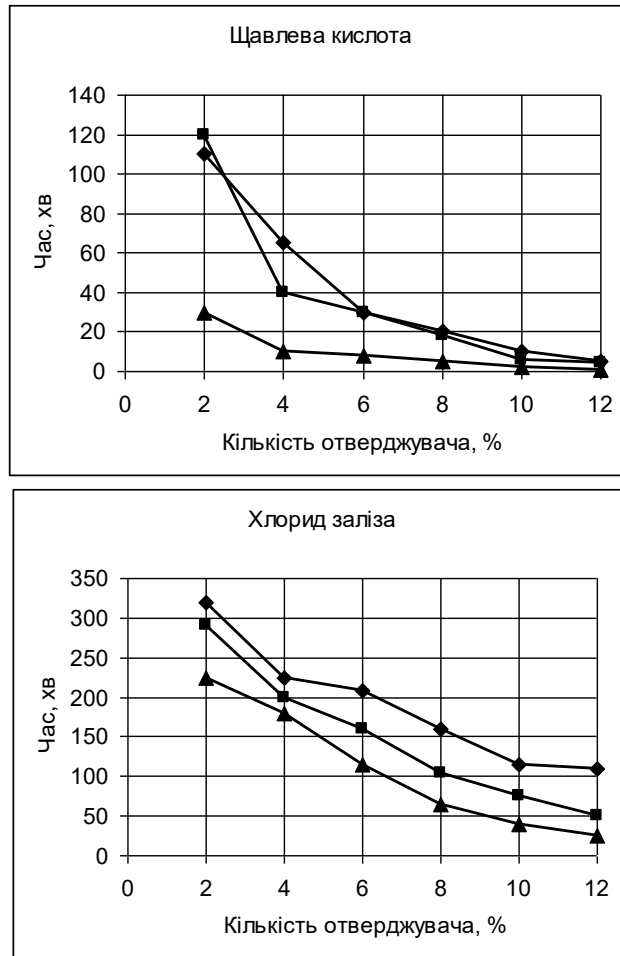


Рис. 7. Залежність умовної в'язкості полімерцементного в'язучого

від кількості карбамідної смоли ($B/C=0,45$)

a)

б)



—◆— 2 %-й розчин; —■— 5 %-й розчин; —◆— 5 %-й розчин; —■— 10 %-й розчин;
 —▲— 10 %-й розчин; —▲— 15 %-й розчин

Рис.8. Залежність часу гелеутворення карбамідної смоли від кількості отверджувача: а – щавлевої кислоти $C_2H_2O_4$; б – хлориду заліза $FeCl_3$

Виконано експериментальне визначення реологічних і міцнісних характеристик розробленого ПЦР, встановлено допустимі інтервали вмісту матеріалів, при яких зберігаються властивості ПЦС, близькі до оптимальних.

Для цього розроблено й проаналізовано математичні моделі зміни рухливості й міцності ПЦР залежно від зміни вмісту матеріалів. Розробку моделей виконували за допомогою методів математичного планування експериментів. При цьому були складені два ортогональні плани.

Для ПЦР із карбамідною смолою згідно з планом вміст цементу змінювався в межах $\pm 22\%$, карбамідної смоли – $\pm 11\%$, золи виносу – $\pm 100\%$. У результаті проведених експериментів було отримано математичні моделі реологічних і міцнісних

характеристик полімерцементного каменю, а також побудовано відповідні графіки, зокрема на рис. 9.

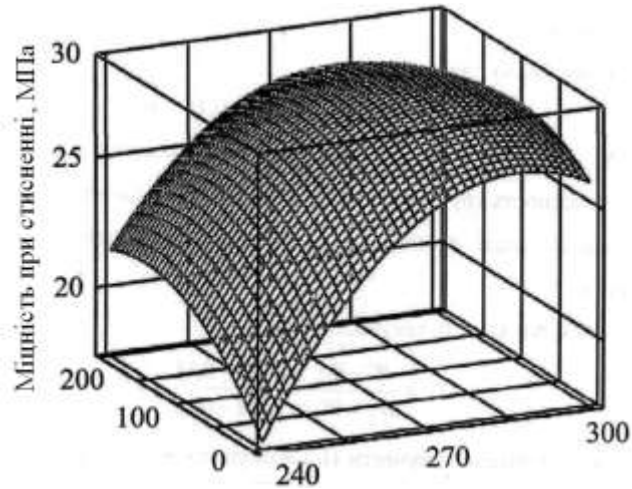


Рис. 9. Поверхня залежності міцності при стисненні полімерцементного каменю у віці 28 діб від кількості карбамідного полімеру й наповнювача при постійній кількості цементу 320 кг/м^3

Встановлено також допустимі інтервали вмісту матеріалів у розчині, у межах яких реальні склади наближатимуться до оптимальних, за яких технологічні й фізико-механічні характеристики полімерцементних розчинів будуть найкращими, наприклад на рис. 10.

a)

б)

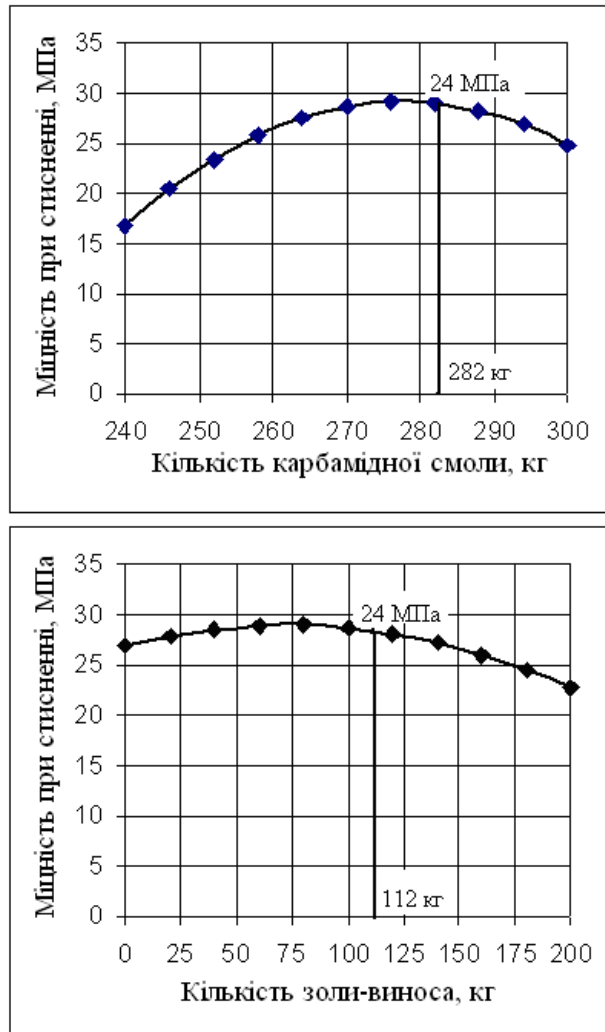


Рис. 10. Залежність міцності ПЦР при стиску від кількості карбамідної смоли (а) і золи виноса (б)

Виконано порівняльні випробування і вибір найбільш ефективних матеріалів для розробленого полімерцементного розчину оптимального складу, а також експериментальна перевірка електроопору складів, зокрема: № 1 – ПЦРК (оптимального складу); № 2 – цементний камінь з карбамідною смолою ЦК+КС і отверджувачем шавлевою кислотою; № 3 – цементний камінь з оптимальною кількістю золи виноса ЦК+З; № 4 – цементний камінь з ПГВФ ЦК+П; № 5 – сухий цементно-піщаний розчин; № 6 – водонасичений цементно-піщаний розчин. До вимірювань електроопору зразки тверділи: № 1–4 – 10 і 28 діб, №5 і 6 – 46 діб. Результати вимірювань наведено на рис. 11.

а)

б)

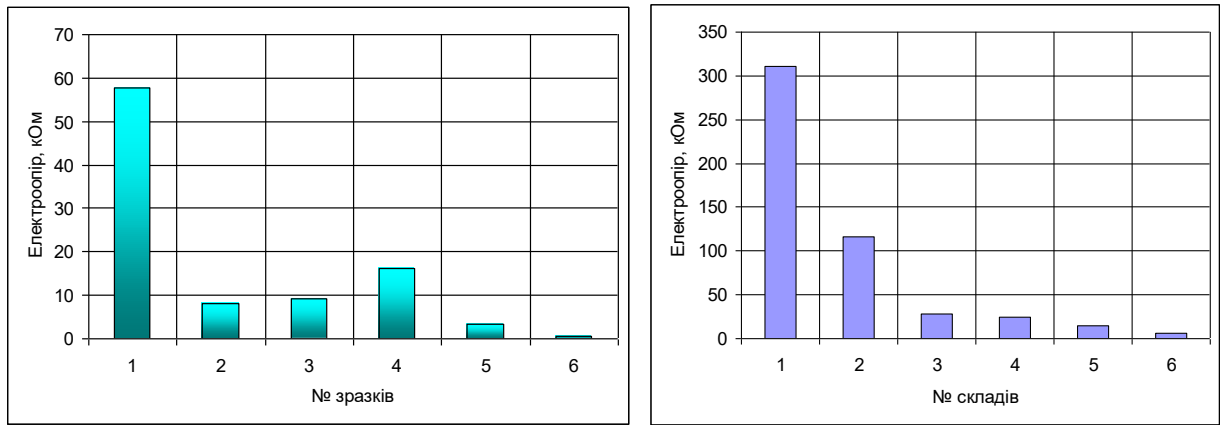


Рис.11. Електричний опір зразків, які тверділи: № 1–4 – 10 діб (а) і 28 діб (б); № 5 і 6 – 46 діб

Як видно з цих графіків, склад № 1 з розробленого ПЦР у 10-добовому віці має електроопір у 8 разів більший, ніж сухий зразок з цементно-піщаного розчину у віці 46 діб і у 20 разів більший, ніж такий самий водонасичений зразок. Таким чином, виконана експериментальна перевірка підтвердила високі електроізоляційні властивості розробленого ПЦРК оптимального складу з карбамідною смолою.

У четвертому розділі виконано експериментальні дослідження розробленого полімерцементного розчину на карбамідній смолі.

Щільність структури контакту між полімерцементним розчином і старим бетоном визначали за допомогою мікроскопії шліфів поперечних сколів зразків бетону з нанесеним розробленим розчином. Мікрофотографія контактного шару «старого» бетону з полімерцементним розчином представлена на рис. 12. Згідно з ним спостерігається висока щільність структури контактного шару за рахунок глибокого проникнення полімерцементного тіста в пори і порожнечі поверхневого шару «старого» бетону. Величина проникнення полімерцементного тіста досягає 15 мм, що набагато глибше за проникнення звичайного цементного тіста (до 1 мм).

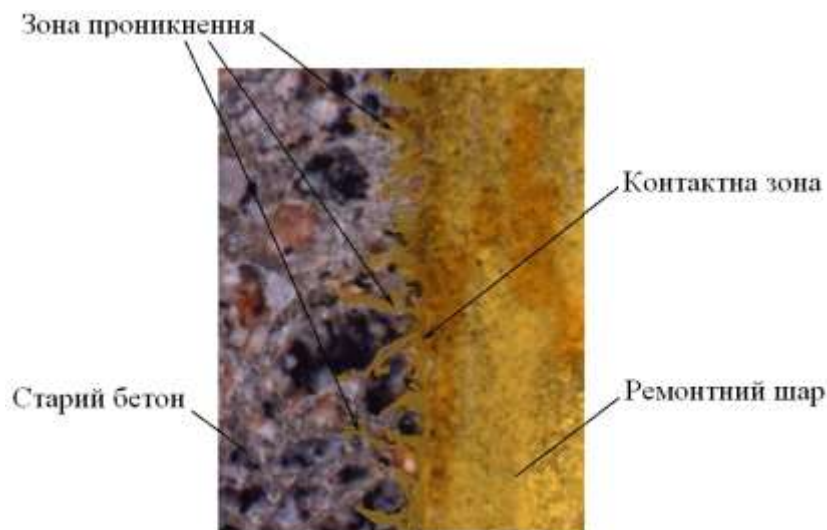


Рис. 12. Мікрофотографія контактного шару «старого» бетону з розробленим полімерцементним розчином

Також були виконані фізико-хімічні дослідження фазового складу, структури й механізму взаємодії золи з продуктами гідратації цементу із карбамідною смолою, які підтвердили ефективність їх сумісного використання. При цьому дослідження кінетики гідратації полімерцементного в'язучого на карбамідній смолі виконували за кількістю хімічно зв'язаної води, а також ступенем гідратації цементу. Полімерцементне в'язуче розробленого розчину порівняно зі звичайним цементним каменем характеризується істотно більшою кількістю хімічно зв'язаної води і ступенем гідратації цементу, а отже, більшою кількістю продуктів його гідратації та вищою щільністю мікроструктури каменю.

Дослідження фазового складу отриманих зразків цементного каменю з наповнювачем золою виносу виконано за допомогою рентгенофазового аналізу. Під час аналізу рентгенограм для достовірнішої оцінки впливу золи виносу на гідратацію цементу всі інтенсивності лінії складу із золою приведено до величин, зіставних з інтенсивностями для бездобавочного складу. У результаті аналізу встановлено, що добавка золи виносу призвела до істотного зменшення кількості поверхневого гексагонального портландиту, деякого збільшення кількості еtringіту, значного збільшення кількості високоосновних гідросилікатів кальцію ВОГСК типу $C_2SH(II)$, $(1,7-2)CaO \times SiO_2 \times nH_2O$, а також низькоосновного гідросилікату кальцію типу гіроліту $2CaO \times 3SiO_2 \times 2H_2O$. У середньому кількість гідросилікатів кальцію збільшилася приблизно на 40 %.

Дослідження структури і механізму взаємодії золи виносу з полімерною і цементною складовими полімерцементного розчину були виконані шляхом детального аналізу існуючих електронно-мікроскопічних знімків ЕМЗ сколів цементного каменю без добавок і з добавкою золи виносу, а також ЕМЗ частинок золи виносу. Аналіз цих ЕМЗ показав, що цементний камінь із золою виносу більш щільний, контакт між частинками і продуктами гідратації більш суцільний, без пор і мікротріщин, ніж у зразку № 1, об'єм між частинками цементу заповнений суцільною масою більш дисперсних новоутворень. Ці дані підтверджують отримані під час аналізу рентгенограм дані про фазовий склад цементного каменю із золою виносу, а також пояснюють дію активної мінеральної добавки, що бере участь у гідратації, шляхом взаємодії з гідроксидом кальцію та з утворенням гідросилікатів кальцію.

При проведенні експериментальних досліджень експлуатаційних властивостей розробленого полімерцементного розчину визначалися такі показники: міцність зчеплення зі «старою» бетонною поверхнею; деформації набухання і усадки; температурні деформації; морозостійкість і водостійкість.

Експериментальні дослідження експлуатаційних властивостей розробленого полімерцементного розчину підтвердили його високу якість. Зокрема, під час його використання для ремонту «старих» бетонних поверхонь міцність зчеплення незалежно від умов тверднення і якості поверхні перевищує міцність зчеплення звичайного розчину у віці 3 діб в 1,92 рази при нанесенні на природну і в 1,76 раз при нанесенні на очищену

поверхню. У віці 28 діб міцність зчеплення збільшується практично в 1,56 раз незалежно від стану поверхні нанесення.

Розроблений полімерцементний розчин характеризується практично такими самими показниками деформації набухання, як і «старий» бетон протягом всього періоду випробувань. Зола виносу знизилася показники температурного розширення полімерцементних розчинів до величин, що допускають їх застосування з метою надійного відновлення монолітності будівель і споруд. Встановлено, що найінтенсивніше усадка виявляється в перші три доби твердіння, надалі усадкові зміни незначні й до чотирнадцятої доби практично затухають.

Встановлено, що морозостійкість розробленого полімерцементного розчину перевищує 300 циклів попереминого заморожування і відтавання, що істотно перевищує морозостійкість контрольного цементного каменю (до 270 циклів). Розроблений полімерцементний розчин має високу водостійкість.

У п'ятому розділі наведено результати виробничих випробувань і впровадження результатів досліджень.

Автором дисертації спільно з фахівцями Головного управління будівельно-монтажних робіт і цивільних споруд «Укрзалізниці» намічено і впроваджується комплекс заходів щодо захисту й відновлення конструкцій будівель і споруд, експлуатованих в умовах обводнення і дії струмів витоку від рейкових колій, електрифікованих постійним струмом. У цей комплекс входить також розроблений автором розділ дисертації «Приготування і застосування ПЦВК і ПЦРК для ремонту і захисту конструкцій будівель і споруд станційних комплексів» із «Рекомендацій із захисту і підсилення будівель і споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод». Розроблена низка схем для захисту цих конструкцій, а також їх ремонту й відновлення.

Розроблений полімерцементний розчин на карбамідній смолі може бути використаний за таким призначенням: штукатурення зовнішніх поверхонь стін будівель і споруд; фарбування поверхонь стін будівель і споруд; нагнітання та ін'єктування в конструкції та ґрунти (підземні переходи, фундаменти); закладення виколів і швів; покриття перонів, пасажирських і вантажних платформ; для виготовлення підлог, що самовирівнюються.

Як об'єкт для виробничо-експлуатаційних випробувань розроблених полімерцементних розчинів була обрана бетонна опора високої пасажирської платформи на зупинному пункті Водяне ділянки Харків – Люботин Південної залізниці. Опора виконана з фундаментних блоків ФБС, які зазнали значних пошкоджень (рис.13, а).

а)

б)



Рис. 13. Бетонна опора високої пасажирської платформи:
а – стан опори до ремонту; *б* – відремонтована опора

Несуча здатність опори відновлена за допомогою металоін'єкційної півобойми. У ході ремонту з пошкодженої частини опори видалено зруйнований шар бетону, встановлено на неї сталеву частину півобойми, зазор під якою заповнено ПЦРК. Вид опори, відновленої за допомогою металоін'єкційної півобойми з ПЦРК, наведено на рис. 13, *б*. Важливою перевагою використаного ПЦРК є його висока адгезія до старого бетону, просочення смолою і зміцнення поверхневого шару старого бетону.

Розроблені полімерцементні розчини мають собівартість 28,9 грн./м² при нанесенні відновного шару товщиною до 50 мм. Економічний ефект за рахунок застосування модифікованих полімерцементних розчинів замість цементних розчинів з подальшим фарбуванням становить 66,51 грн. на 1 м² ремонтуваної поверхні.

Результати досліджень були використані в ході розробки проекту галузевих будівельних норм «Споруди транспорту. Захист будівельних конструкцій і споруд залізничного транспорту від агресивних дій», а також відомчих будівельних норм ВБН В.2.3-1-2008 «Проектування, будівництво і експлуатація будівель і службово-технічних споруд при швидкісному і високошвидкісному русі поїздів».

ВИСНОВКИ

1. У результаті виконаного аналізу процесів пошкодження поверхонь зовнішніх бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій будівель і споруд, експлуатованих поблизу залізниць, а також закономірностей структуроутворення полімерцементних розчинів було встановлено наступне. Пошкодження поверхневого шару є найбільш поширеними і одночасно складно усуваються у зв'язку з недостатньою адгезією традиційних матеріалів. Великі можливості для ремонту пошкодження поверхні відкриває використання модифікованих полімерцементних розчинів, зокрема, з карбамідним або полівінілацетатними полімерами.

2. На основі виконаного критичного аналізу, а також власної оцінки основних дій на конструкції залізничних будівель і споруд показано, що основною причиною їх найбільш інтенсивних пошкоджень є постійні струми

витоку з рейок у поєднанні з обводненням конструкцій. Вдосконалено схеми потрапляння струмів витоку на конструкції будівлі по ланцюгу рейка – заземлення устаткування, а також конструкції високих пасажирських платформ.

3. Склади цементу з карбамідною смолою (КС), що мають досить високу міцність при стиску і розтягу, мають міцність приблизно втричі нижчу за міцність затверділої КС і нижчу, ніж цементний камінь. У зв'язку з цим КС для виготовлення полімерцементних розчинів (ПЦР) традиційно не застосовується. Проте можливості її використання для ПЦР з міцністю, порівняною з міцністю смоли і цементного каменю, далеко не вичерпані.

4. Для реалізації такої можливості проаналізовано механізм тверднення КС як дисперсної системи з електроповерхневими властивостями часток дисперсної фази. Показано, що при контакті з водою олігомерні молекули КС набувають індивідуальних подвійних електричних шарів (ПЕШ) з шаром потенціалвизначальних дипольних моментів груп $C=O$ і полярних молекул води і шаром протионів Ca^{2+} з боку води. У ПЦР з КС (ПЦРК) олігомерні молекули КС сильно гідратовані і у зв'язку з цим роз'єднані. При додаванні в суміш високодисперсної золи виносу, що утворює з $Ca(OH)_2$ низькоосновні гідросилікати кальцію з високою питомою поверхнею, виникають ПЕШ з одним загальним шаром протионів. Такі ПЕШ утворюють міцні контакти між частками і, відповідно, забезпечують набагато більшу міцність і водостійкість ПЦРК порівняно з цементним розчином.

5. Розвинуто уявлення про геометричні, електроповерхневі й структурні (у тому числі оптимальні) характеристики ПЦРК, про механізм його адгезії до поверхонь. На основі цього розроблені спосіб визначення і оптимальний склад полімерцементного в'язучого ПЦВК: $C = 321 \text{ кг/м}^3$; H (зола виносу) = 112 кг/м^3 ; $КС = 275 \text{ кг/м}^3$ (55 кг/м^3 за сухою речовиною). У ПЦРК додається пісок з дотриманням оптимального коефіцієнта розсунення його зерен. Виконана експериментальна перевірка підтвердила коректність розроблених уявлень і оптимальність розроблених складів ПЦВК і ПЦРК. Методами математичної статистики розроблено математичні моделі реологічних і міцнісних характеристик ПЦРК, які дозволили встановити інтервали складу, у межах яких він є оптимальним.

6. Виконано фізико-хімічні дослідження розробленого ПЦРК. Показано, що мікроструктура контактної зони між ПЦРК і «старим» бетоном характеризується високою щільністю, зумовленою глибоким проникненням полімерцементного тіста в пори поверхневого шару «старого» бетону. За результатами оптико- і електронно-мікроскопічних, рентгенографічних досліджень ПЦВК розробленого складу порівняно з бездобавочним цементним каменем має істотно великі: кількість хімічно зв'язаної води, ступінь гідратації цементу, кількість продуктів гідратації, щільність мікроструктури. Додавання золи виносу призвела до істотного збільшення кількості поверхневого гексагонального портландиту, високоосновних гідросилікатів кальцію типу $C_2SH(II)$ (до 1,5 разів), низькоосновного гідросилікату кальцію типу гіроліту $2CaO \times 3SiO_2 \times 2H_2O$. У середньому

кількість гідросилікатів кальцію збільшилася на близько 40 %. Морфологія продуктів гідратації в полімерцементному камені представлена в основному субмікрокристалічним гелем і пластинчасто-листоподібними кристалогідратами. Пори заповнені волокнистими гідросилікатами й моносulfатною формою гідросульфоалюмінатів кальцію.

7. Експериментальні дослідження ПЦРК розробленого складу підтвердили його високі експлуатаційні якості. При його використанні для ремонту поверхні «старого» бетону міцність зчеплення незалежно від її стану, шорсткості і умов тверднення перевищує міцність зчеплення контрольного цементного розчину у віці 3 діб в 1,92 разів, 28 діб – у 1,56 разів. Морозостійкість ПЦРК перевищує 300 циклів, що істотно вище за морозостійкість контрольного цементного розчину. При твердненні у воді протягом 90 діб водостійкість ПЦРК нижча за міцність цементного розчину не більше ніж на 9–11 %.

8. Розроблено технології приготування ПЦВК і ПЦРК, відновлення і захисту за їх допомогою зовнішніх бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій станційних будівель, підземних переходів, високих пасажирських платформ, у т.ч. у складі металоін'єкціонної обшивки. Виконано виробничо-експлуатаційні випробування ПЦРК при ремонті бетонних опор високих пасажирських платформ на електрифікованій ділянці залізничної колії, які підтвердили високі технологічні якості ПЦРК, простоту технології відновлення і захисту конструкцій.

9. Результати досліджень упроваджені у складі нормативно-технічної документації: розроблено розділ «Приготування і застосування ПЦВК і ПЦРК для ремонту і захисту конструкцій будівель і споруд станційних комплексів» в «Рекомендаціях із захисту і підсилення будівель і споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод»; з використанням результатів досліджень у співавторстві розроблено «Рекомендації із захисту і підсилення конструкцій пасажирських платформ на електрифікованих ділянках залізниць», проект галузевих будівельних норм «Захист будівельних конструкцій і споруд залізничного транспорту від агресивних дій», відомчі будівельні норми ВБН В 2.3-1-2008 «Проектування, будівництво і експлуатація будівель і службово-технічних споруд при швидкісному і високошвидкісному русі поїздів». Економічний ефект за рахунок застосування ПЦРК замість цементних розчинів з їх подальшим фарбуванням становить 66,51 грн. на 1 м² ремонтної поверхні. Результати досліджень використовуються в навчальному процесі УкрДАЗТ і ДНУЗТ в дисциплінах «Відновлення експлуатаційних властивостей і захист будівель і споруд», «Підсилення конструкцій будівель і споруд», у дипломному проектуванні.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ

1. Палий В.В. Анализ материалов для восстановления зданий и сооружений на железнодорожном транспорте / А.Н. Пшинько, А.В. Краснюк,

В.В. Палій // Вісник ДНУЗТ. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 16. – С. 101–103.

Особистий внесок: проведено аналіз матеріалів для відновлення будівель та споруд залізниць, критично проаналізовано сучасні уявлення про твердіння і структуроутворення полімерцементних розчинів.

2. Палій В.В. Аналіз факторів, впливаючих на прочність сцеплення полимерних композицій с бетоном / А.Н. Пшинько, А.В. Краснюк, Л.С. Савин, В.В. Палій // Вісник ДНУЗТ. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 19. – С. 224–226.

Особистий внесок: критично проаналізовано сучасні уявлення про твердіння полімерцементних розчинів та їх зчеплення з бетоном.

3. Палій В.В. Застосування матеріалів та добавок для модифікації технологічних і експлуатаційних властивостей ремонтних складів спеціального призначення при ремонті будівель та інженерних споруд на транспорті / О.М. Пшинько, А.В. Краснюк, О.В. Громова, В.В. Палій // Вісник ДНУЗТ. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 24. – С. 134–138.

Особистий внесок: критично проаналізовано сучасні уявлення про вибір і оцінку ефективності добавок для модифікації цементних та полімерцементних розчинів.

4. Палій В.В. Дослідження спільної дії вібрації і обводнення на будівлі та споруди станційних комплексів / В.В. Палій, А.А. Плугін, О.А. Плугін, О.А. Дудін // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: Зб. наук. праць – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 109. – С. 151–167.

Особистий внесок: виконано аналіз процесів пошкодження поверхні бетону і каменю, а також матеріалів для її відновлення, зроблено висновок про доцільність застосування для ремонту саме полімерцементних розчинів з карбамідною смолою або ПВА.

5. Палій В.В. Аналіз полимерно-цементных растворов для строительства и ремонта зданий и служебно-технических сооружений на железных дорогах / А.Н. Пшинько, А.В. Краснюк, В.В. Палій // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. збірник (Будівництво) – Київ: ДП НДІБК, 2009. – Вип. 72. – С. 412–416.

Особистий внесок: виконано аналіз полімерцементних розчинів, визначено переваги та недоліки різних видів смол, що застосовуються для виготовлення ремонтних розчинів.

6. Палій В.В. Використання полимерних добавок для модифікації властивостей ремонтних складів / О.М. Пшинько, А.В. Краснюк, О.В. Громова, В.В. Палій // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – Вип. 56. – С. 346–352.

Особистий внесок: визначено вплив виду полимерних добавок на властивості ремонтних полімерцементних розчинів, що використовуються під час відновлення та захисту будівель і споруд.

7. Палій В.В. Захист та підсилення конструкцій пасажирських платформ на електрифікованих ділянках залізниць / В.В. Палій, М.І. Петрашук, Є.Г.

Щур, С.В. Мірошніченко, А.А. Плугін, В.В. Касьянов, І.Г. Корнієнко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 130. – С. 100–107.

Особистий внесок: уточнено з метою забезпечення габариту наближення будов конструктивно-технологічні рішення підсилення плит, ригелів і опор пасажирських платформ, розроблено склади полімерцементного розчину для металоін'єкційних та інших конструкцій підсилення.

8. Палій В.В. Экспериментальная проверка технологических характеристик и электросопротивления полимерцементного раствора с карбамидной смолой / В.В. Палій, А.Н. Пшинько, А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.Г. Нестеренко, А.А. Конев // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 235–241.

Особистий внесок: уточнено схему потрапляння електричного струму на конструкції станційних будівель, зроблено висновок про доцільність застосування для їх ремонту складів з високим електричним опором, досліджено залежності часу життєздатності та електричного опору полімерцементних розчинів від їх складу.

АНОТАЦІЯ

Палій В.В. Полімерцементний розчин для захисту і ремонту будівель і споруд залізниць. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали і вироби. – Українська державна академія залізничного транспорту МОНмолодьспорту України, Харків, 2013.

Дисертація присвячена розробці, дослідженню й оптимізації полімерцементних розчинів для відновлення та захисту будівель і споруд, що експлуатуються на залізницях. Вивчено процеси руйнування поверхні будівель та інженерних споруд з каменю і бетону, розташованих поряд із залізничними коліями, у тому числі електрифікованими постійним струмом, встановлено закономірності структуроутворення полімерцементних розчинів. Досліджено геометричні й електроповерхневі, а також електроізоляційні властивості складових і самих полімерцементних розчинів. Визначено залежності властивостей реології полімерцементних розчинів і міцнісних характеристик модифікованого полімерцементного каменю від їх складу та інших факторів. Досліджено вплив складу модифікованого полімерцементного розчину на експлуатаційні властивості ремонтного шару, а також адгезію модифікованих полімерцементних розчинів до поверхні бетону. Показано ступінь електрокорозійної стійкості полімерцементних розчинів та розроблено склади й технологію виготовлення модифікованих полімерцементних сумішей, виконано їх виробничу перевірку і впровадження при ремонтно-відбудовних роботах на будівлях і спорудах, що експлуатуються на залізницях.

Ключові слова: полімерцементний розчин, карбамідна смола, будівлі та

споруди залізниць, ремонтно-будівельні роботи, мікронаповнювач, фізико-механічні властивості.

АННОТАЦІЯ

Палий В.В. Полимерцементный раствор для защиты и ремонта зданий и сооружений железных дорог. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Харьков, 2013.

Диссертация посвящена разработке, исследованию и оптимизации полимерцементных растворов для защиты и ремонта зданий и сооружений железных дорог.

В результате проведенного анализа процессов повреждения поверхностей наружных бетонных, железобетонных и каменных конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых вблизи железных дорог, а также закономерностей структурообразования цементно-полимерных растворов было установлено следующее. Повреждения поверхностного слоя являются наиболее распространенными, и, одновременно, трудноустраняемыми в связи с недостаточной адгезией традиционных материалов. Большие возможности для ремонта повреждения поверхности открывает использование модифицированных полимерцементных растворов, в частности, с карбамидным или поливинилацетатным полимерами.

Выполнены физико-химические исследования разработанного полимерцементного раствора. Показано, что микроструктура контактной зоны между полимерцементным раствором и «старым» бетоном характеризуется высокой плотностью, обусловленной глубоким прониканием полимерцементного теста в поры поверхностного слоя «старого» бетона. По результатам оптико- и электронно-микроскопических, рентгенографических исследований разработанного полимерцементного раствора по сравнению с бездобавочным цементным камнем имеет существенно большие: количество химически связанной воды, степень гидратации цемента, количество продуктов гидратации, плотность микроструктуры. Поры заполнены волокнистыми гидросиликатами и моносulfатной формой гидросulfоалюмината кальция

Экспериментальные исследования разработанного состава подтвердили его высокие эксплуатационные качества. При его использовании для ремонта поверхности «старого» бетона прочность сцепления независимо от ее состояния, шероховатости и условий твердения превышает прочность сцепления контрольного цементного раствора в возрасте 3 суток в 1,92 раза, 28 суток – в 1,56 раза. Морозостойкость полимерцементного раствора превышает 300 циклов, что существенно выше морозостойкости контрольного цементного раствора.

Разработаны технологии приготовления полимерцементного раствора, восстановления и защиты с их наружных бетонных, железобетонных и каменных конструкций станционных зданий, подземных переходов, высоких пассажирских платформ, в т.ч. в составе металлоинъекционной обшивки. Выполнены производственно-эксплуатационные испытания разработанных составов при ремонте бетонных опор высоких пассажирских платформ на электрифицированном участке железнодорожного пути, которые подтвердили высокие технологические качества полимерцементных растворов, простоту технологии восстановления и защиты конструкций.

Ключевые слова: полимерцементный раствор, карбамидная смола, здания и сооружения железных дорог, ремонтно-строительные работы, микронаполнитель, физико-механические свойства.

SUMMARY

Palii V.V. Polymer-cement mortar for protection and repair of buildings and structures of railway. – Manuscript.

Thesis on the reception scientific degrees of candidate of technical sciences for the profession 05.23.05 – building materials and products. – Ukrainian state academy of railway transport, Kharkiv, 2013.

Thesis is denote development, study and optimization, polymer-cement dissolves for recovering and building protection and erecting, which are used on railways. Conduct study of processes of destroying a surface of buildings and engineering erecting from the stone and concrete, situated near by railway fetters, including electrify direct currents, are install regularities of structurization polymer-cement dissolves. Explored geometric and electroshallow, as well as electroinsulating characteristics of component and polymer-cement dissolves themselves. Determined dependencies of characteristics fluidity polymer-cement dissolves and toughness features modified polymer-cement stone from their composition and other factors. Explored influence of composition modified polymer-cement dissolves on field-performance characteristics repair flaky, as well as traction modified polymer-cement dissolves, to surfaces of concrete. Shown degree an electrocorrosion stability polymer-cement dissolves, and is designed compositions and technology of fabrication modified polymer-cement mixtures, conduct their production check and introduction under repair-reconstruction work on buildings and erecting, which are used on railways.

Keywords: polymer-cement mortar, karbamide resin, buildings and structures of railways, repair-construction works, microfiller, physical-mechanical properties.

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

**ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИЙ РОЗЧИН ДЛЯ ЗАХИСТУ ТА РЕМОНТУ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗАЛІЗНИЦЬ**

Палій Віктор Володимирович

Відповідальний за випуск

Партала Н.М.

Підписано до друку _____

Формат 60×84 1/16. Папір для копіювальних апаратів.

Друк офсетний. Ум. друк. арк.0,9. Обл. видав. арк. 1,0.

Замовлення №____. Тираж 100 прим. Безкоштовно

Видавництво УкрДАЗТ, свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007.

Друкарня УкрДАЗТ: 61050, Харків, пл. Фейербаха 7

