

ВИСОКОЕФЕКТИВНІ СУМІШІ ДЛЯ РЕМОНТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Вступ

Ремонт та відновлення залізобетонних конструкцій – один з провідних напрямків розвитку будівельної галузі. Необхідною умовою ефективності проведення ремонту залізобетонної конструкції є відновлення та підтримання її працездатності при сумісній роботі з ремонтним матеріалом протягом регламентованого терміну експлуатації.

Серед багатьох технологій ремонту залізобетонних і кам'яних конструкцій, певне місце займає метод ін'єктування.

Частіше всього, ін'єкційні методи ремонту застосовуються при відновленні робочих характеристик і цілісності матеріалу конструкцій, пошкоджених в результаті виникнення аварійних ситуацій (виникнення силових тріщин), а також, при дії агресивного середовища з утворенням значної кількості дефектів макроструктури матеріалу конструкцій [1]. Порушення цілісності приводить до інтенсифікації процесів подальшого руйнування, внаслідок збільшення доступу агресивних факторів в об'єм конструкції і концентрації напружень.

В даній роботі розглядаються основні групи факторів, що в значній мірі впливають на надійність сумісної роботи ремонтного матеріалу – високорухомої ін'єкційної суміші, з матеріалом конструкції. Розгляд та аналіз впливаючих факторів дозволяють зменшити або компенсувати негативний вплив окремих з них, що підвищує ефективність ремонту в цілому.

Основні фактори впливу на якість ремонту

Основні фактори, що впливають на якість ремонту можна розділити на наступні групи:

- параметри конструкції, що підлягає ремонту (геометрія дефектів, умови середовища);
- параметри технологічних процесів виготовлення та застосування матеріалу;
- властивості ремонтного матеріалу.

Збір і аналіз кількісних даних про параметри конструкції дозволяє обґрунтувати вимоги до характеристик ремонтного матеріалу, виявити можливий вплив на ремонтний матеріал зі сторони конструкції.

Геометричні характеристики дефектів конструкції мають значний вплив на деформаційну сумісність ремонтного матеріалу, що є одним з основних чинників забезпечення надійної роботи системи „ремонтний матеріал-конструкція” [2]. Немалозначними, також, є умови середовища формування властивостей ремонтного матеріалу, наприклад, вологісні умови мають значний вплив на адгезійну міцність контакту (осушення або значне збільшення В/В відношення в контактній зоні ремонтного матеріалу).

Виявлені параметри дозволяють шляхом змін в складі матеріалу або коригуванням технології проведення ремонтних робіт запобігти можливій відмові системи.

Ще одним чинником збільшення якості та ефективності ремонтних робіт є використання ремонтних матеріалів у вигляді однокомпонентних сухих сумішей. Застосування сухих ремонтних сумішей значно зменшує кількість негативно впливаючих факторів технологічних процесів:

- значна частина технологічних операцій переноситься на підприємство-виробник матеріалу, де зосереджене передове високотехнологічне обладнання і висококваліфіковані спеціалісти;
- зменшення впливу людського фактору на якість виконання робіт;
- можливість застосування передових технологій при виконанні невеликих об’ємів робіт.

Вплив властивостей ремонтного матеріалу на ефективність ремонту здійснюється відповідно до стадій існування матеріалу:

- стадія приготування;
- період контакту;
- формування властивостей;
- сумісна робота з матеріалом конструкції.

Для забезпечення необхідної якості сухої суміші як кінцевого продукту (стадія приготування), технолог оперує наступними групами факторів: показники якості та характеристики складових композиції, співвідношення складових в суміші (рецептура матеріалу), параметри отримання кінцевого продукту (режим змішування). Оскільки при проведенні ін’єктування тріщин та інших дефектів конструкції майже не підлягають зміні параметри режиму формування (неможливість підготування поверхні основи та контролю вологісних умов) та режиму перехідних процесів матеріалу, пов’язані з умовами, в яких перебуває підлягаюча ремонту конструкція, великої ваги набуває питання зменшення залежності якості ремонтної системи від умов навколишнього середовища на стадії отримання сухої суміші, насамперед шляхом оптимізації рецептури [3].

Вплив властивостей ремонтного матеріалу на ефективність ремонту

Відповідно до специфіки методу проведення ремонтних робіт при ін’єктуванні і вимог до ефективності сумісної роботи ремонтного матеріалу з матеріалом конструкції, сформовано комплекс вимог до фізико-механічних і

технологічних параметрів розроблюваних розчинів, основними з яких є наступні:

- висока текучість матеріалу (низька в'язкість), з збереженням на нормованому рівні протягом певного періоду часу;
- відсутність значних седиментаційних процесів;
- максимальна стабільність об'єму матеріалу (незначні деформації усадки або розширення);
- високий темп набору міцності;
- необхідна адгезійна міцність контакту з "старим" бетоном.

Оскільки ін'єктування належить до конструкційного ремонту (ремонтний матеріал сприймає навантаження разом з матеріалом конструкції), дуже важливим є дотримання вимог по сумісності модулів пружності і характеристик повзучості між ремонтним матеріалом і бетоном основи.

Забезпечення вказаного переліку властивостей можливе за рахунок використання комплексу додатків-модифікаторів. Проте, слід зазначити, що вплив окремих додатків на різні властивості є неоднозначним. Тому, оптимізація складу модифікуючого комплексу з компенсацією негативних впливів окремих складових є необхідною умовою його ефективності.

В'язкість та седиментаційну стійкість ін'єкційного матеріалу на основі цементного в'язучого можна віднести до основних технологічних параметрів, впливаючих на подальше формування структурно-механічних властивостей та показників ефективної площі контакту з матеріалом конструкції (глибини проникнення та повноти заповнення дефектів бетону конструкції). Зокрема, седиментаційна нестійкість призводить до розшарування розчину, що в свою чергу веде до появи неоднорідності параметрів матеріалу: різної деформативності та характеристик порової структури внаслідок різного водовмісту, міцності та модулю пружності, величини міцності контакту з матеріалом конструкції. В результаті, в структурі ремонтного матеріалу виникають додаткові внутрішні напруження та дефекти, що впливають на ефективність роботи системи.

Ін'єкційна суміш на основі цементу являється висококонцентрованою дисперсною системою - суспензією, з розміром переважної кількості часток в межах 1-100 мкм, що обумовлює її агрегативну (утворення флокул) та седиментаційну нестійкість (осідання часток в результаті дії гравітаційних сил) [4]. З метою зниження величини в'язкості, за допомогою ряду впливів (механічного або електро-хімічного – застосування ПАР) здійснюється руйнування просторової структурної сітки, що призводить до втрати седиментаційної стійкості.

Оскільки основним показником ефективності ін'єкційного розчину є низька в'язкість, ставиться завдання отримання матеріалу з мінімальною в'язкістю при допустимій втраті седиментаційної стійкості.

Забезпечення допустимих значень вказаних властивостей технологічності ін'єкційних розчинів – в'язкості $\eta_{\text{ef}}=0,03 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (при $\varepsilon = 10 \text{ с}^{-1}$) і величини втрати

сидиментаційної стійкості не більше 4%, можливе шляхом використання додаткової стабілізації матеріалу (наприклад, довголанцюговими неіоногенними ПАР чи полімерами) [5], є основою для подальшого формування характеристик ремонтного матеріалу.

Надійність сумісної роботи системи „ремонтний матеріал-конструкція” і виникаючі внутрішні напруження в значній мірі залежать від величини власних деформацій ремонтного матеріалу. Порушення цілісності системи можливе в двох випадках:

- розтріскування ремонтного шару, при досягненні величини розтягуючих напружень межі міцності ремонтного матеріалу на розтяг;
- порушення контакту між шаром ремонтного матеріалу і матеріалом конструкції, при досягненні величини напруження зсуву межі міцності зчеплення шарів (адгезійної міцності).

Оскільки ін'єкційний матеріал для ремонту мілких дефектів (нещільностей, тріщин шириною розкриття до 0,5 мм і менше) представляє собою модифіковану високодисперсну безкаркасну систему (що не містить грубодисперсних компонентів), має місце схильність до прояву значних власних деформацій усадки. Компенсація усадкових деформацій відбувається за рахунок утворення трьохсульфатної форми гідросульфоалюмінату кальцію $[3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot (30-32)\text{H}_2\text{O}]$ – еtringіту, при використанні розширюючих додатків.

Проте, значний вплив на інтенсивність утворення і стійкість еtringіту протягом часу має величина вологовмісту, що, в свою чергу, залежить від величини вологовтрат шару ремонтного матеріалу, яку визначають параметри конструкції (вологовміст, величина водопоглинання, характер пористої структури), впливаючі на інтенсивність відбору вологи. Також, значний вплив має модуль поверхні контакту ремонтного матеріалу з основою, що визначається геометричними характеристиками дефекту конструкції.

Крім вологовтрат, на прояв усадкових деформацій мають вплив окремі модифікатори, що виявляється в інтенсифікації процесів розкладення еtringіту та формуванні структурної будови та мінералогічного складу матеріалу, що характеризуються збільшенням величини усадкових деформацій при висиханні [6,7].

В той же час, для цементних композицій з компенсацією усадкових деформацій, що перебували в умовах інтенсивного висихання, ймовірно подальше відновлення реакцій з утворенням еtringіту при надходженні вологи ззовні, що може призвести до появи значних внутрішніх напружень та руйнування матеріалу.

Забезпечення надійної роботи ремонтного матеріалу в тріщинах, шириною розкриття 1 мм і менше, можливе тільки при обмеженні усадкових деформацій величиною 1 мм/м (0,1%) і менше [8].

Іншим аспектом забезпечення надійної роботи системи являється формування характеристик міцності: міцності ремонтного матеріалу на розтяг і міцності його контакту з матеріалом конструкції.

Висновки

З вищенаведеного випливає, що забезпечення надійної та довговічної роботи ремонтної системи та конструкції в цілому, можливе тільки при застосуванні системного підходу з врахуванням всіх факторів, здатних вплинути на якість ремонту на стадіях проектування, виробництва робіт та експлуатації.

Вияв і аналіз факторів впливу умов середовища та параметрів конструкцій, дають змогу до певної міри прогнозувати поведінку ремонтного матеріалу, що дозволяє, шляхом коригування рецептури чи технологічного процесу, досягти стабільності властивостей, і як результат, прийнятного результату ремонту.

Список використаних джерел

1. Пшинько А.Н., Савицкий Н.В., Зинкевич А.Н. Инъекционный материал для ремонта железобетонных конструкций транспортных сооружений // Сб.науч.тр.: Строительство, Материаловедение, Машиностроение; Вып. №23. – Дн-ск: ПГАСиА, 2003.-С.122-125.
2. Morgan D.R. Compatibility of concrete repair materials and systems // Construction and Building Materials, 1996, Vol.10, No.1.- PP.57-67.
3. Вознесенский В.А., Выровой В.Н., Керш В.Я. и др. Современные методы оптимизации композиционных материалов. – Киев: Будівельник, 1983.- 144 с.
4. Урьев Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов. – М.: Химия, 1988.-256 с.
5. Пшінько О.М., Савицький М.В., Зінкевич А.М. / Високорухомі суміші для ремонту залізобетонних конструкцій // Строительные материалы и изделия. -2003. - № 1.
6. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства). Учебник для вузов / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников.-3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.
7. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.
8. Пшинько А.Н., Савицкий Н.В., Зинкевич А.Н. Оценка монолитности системы «ремонтный материал-конструкция» при инъекционном методе ремонта // Сб.науч.тр.: Строительство, Материаловедение, Машиностроение; Вып. №25. – Дн-ск: ПГАСиА, 2003.

Реферат

УДК 69.059.7

**Високорухомі суміші для ремонту залізобетонних конструкцій /
Пшінько О.М., Савицький М.В., Зінкевич А.М. //**

В роботі розглядаються основні групи факторів, що впливають на надійність сумісної роботи ремонтного матеріалу – ін'єкційної суміші, з матеріалом конструкції. Розгляд та аналіз впливаючих факторів дозволяють зменшити або компенсувати негативний вплив окремих з них, що підвищує ефективність ремонту в цілому.