

С.В. Ротко, І.І. Мельничук

ЗАХИСТ ЗАЛІЗОБЕТОНУ ВІД КОРОЗІЇ ІНТЕГРАЛЬНИМИ КАПІЛЯРНИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ І ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ

Досліджуються властивості мінерально-полімерних композицій (Кальматрон, Кальмофлекс, Акватрон-6, Гідротекс-К та інші), їх вплив на антикорозійні властивості залізобетонних конструкцій. Встановлено, що такі покриття збільшують водонепроникність бетону до 1,9 МПа, забезпечують велику глибину проникнення і зчеплення з поверхнею бетону.

Ключові слова: вторинний захист, корозія, інтегральні капілярні системи.

Рис. 5. Літ. 4.

С.В. Ротко, И.И. Мельничук

ЗАЩИТА ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ОТ КОРРОЗИИ ИНТЕГРАЛЬНЫМИ КАПИЛЛЯРНЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Исследуются свойства минерально-полимерных композиций (Кальматрон, Кальмофлекс, Акватрон-6, Гидротэкс-К и др.), их влияние на антикоррозионные свойства железобетонных конструкций. Установлено, что такие покрытия увеличивают водонепроницаемость бетона до 1,9 МПа, обеспечивают большую глубину проникновения и сцепление с поверхностью бетона.

Ключевые слова: вторичная защита, коррозия, интегральные капиллярные системы.

S.V. Rotko, I.I. Melnychuk

PROTECT CONCRETE FROM CORROSION INTEGRAL CAPILLARY SYSTEMS BASED ON MINERAL AND POLYMER COMPOSITIONS

The properties of the mineral-polymer composites (Kalmatron, Kalmofleks, Akvatron-6 Hidroteks-K, etc.), their effect on the corrosion resistance of concrete structures. Established that such coverage increases water resistance of concrete to 1.9MPa, provide a greater depth of penetration and adhesion to the surface of concrete.

Keywords: secondary protection, corrosion, integral capillary systems.

Актуальність дослідження. Інтенсивні темпи будівництва, ремонту та реконструкції будівель і споруд різного призначення висувають на перший план проблему забезпечення довговічності бетонних і залізобетонних конструкцій.

Недотримання вимог щодо забезпечення довговічності при проектуванні, будівництві, експлуатації конструкцій, впливі агресивних факторів зовнішнього середовища (повітря, ґрунтових вод, мінусових кліматичних температур тощо), часто в поєднанні з низькою якістю будівельних робіт призводить до передчасного руйнування будівельних конструкцій.

Під впливом навколишнього середовища відбувається руйнування захисного шару бетону конструкцій, оголення і корозія арматури, вилугування і зниження міцності бетону. Особливо інтенсивно ці процеси протікають у місцях, де при зведенні порушувалась технологія виробництва робіт, внаслідок чого не забезпечувалась проектна міцність бетону, технологічні шви бетонування мали нещільності, раковини. Усунення пошкоджень звичайними бетонними сумішами не є довговічним через низьку адгезію нового бетону до основного бетону та подальшу усадку новоукладеного бетону. Практично неможливо таким способом усунути пошкодження у підземних спорудах, оскільки доступ до цих конструкцій є обмеженим.

Основна частина. Аналіз експериментальних матеріалів і практичного досвіду із вторинного захисту, накопиченого протягом останніх років, показав, що найбільш економічними, перспективними та широко використовуваними на практиці для захисту залізобетонних будівельних конструкцій є інтегральні капілярні системи на основі мінеральних і полімерних композицій [1].

До захисних матеріалів, які вироблені на теренах СНД відносять: Кальматрон, Кальмофлекс, Акватрон-6, Гідротекс-К та інші. Аналогами даних матеріалів у зарубіжній практиці є Пенетрон і Ксайпекс (США).

Ці покриття є тріщиностійкими. Вони можуть застосовуватися для захисту залізобетонних конструкцій, що допускають утворення тріщин у процесі експлуатації. Компоненти покриття глибоко проникають у бетон суцільним фронтом із заповненням капілярів, мікротріщин важкорозчинними кристалами.

Інтегральні капілярні системи на основі мінеральних і полімерних композицій стійкі до впливу критичних температур, агресивних хімічних середовищ, нафтопродуктів і до зовнішньої механічної дії, що актуально при захисті каналізаційних колекторів. Також покриття володіють біоцидними властивостями, що дозволяє використовувати їх при будівництві та ремонті об'єктів харчової промисловості та сільського господарства. Вони не токсичні, не горючі, вибухобезпечні. Дозволяють значно (більше, ніж у 5 разів) знизити поширення радіонуклідів. Це дозволяє рекомендувати матеріал для захисту бетонних інженерних споруд, що контактують із радіоактивними речовинами. Ці покриття не викликають корозії арматури, а також істотно уповільнюють карбонізацію бетону та зменшують швидкість проникнення у бетон хлористих солей.

Встановлено, що оброблений капілярними системи бетон має здатність до самозаліковування, тобто якщо в конструкції з'явилися тріщини (усадочні, деформаційні тощо) із розкриттям до 0,2 мм, то вони здатні «затягуватися» при виконанні єдиної умови – наявності зволоження на даній ділянці. Вони можуть наноситися як ззовні конструкції, так і зсередини, незважаючи на напрямок тиску води.

Покриття є паропроникними. Спостерігається ефект «сита»: молекули води, залишаючись у контактній зоні, не проходять у товщу бетону, а молекули повітря проходять. Така природна фільтрація сприяє підвищенні довговічності конструкції в цілому.

Композиції на основі полімерних і мінеральних в'язучих дозволяють забезпечити міграцію складових у пори бетону з подальшою полімеризацією в них. При товщині таких покриттів у 4-5 мм забезпечений надійний захист бетону конструкцій у низці агресивних середовищ. Механізм їхньої дії дозволяє створити проміжний буферний шар між підкладкою і покриттям, регулювати температуру, вологість,.usадочні деформації шарів, що призводить до зниження концентрації напружень у конкретній зоні виробів як у процесі їх виготовлення, так і в процесі експлуатації [2].

Встановлені взаємозв'язки між складом і структурою бетону, режимами їх обробки мономерами та олігомерами дозволяють отримувати надійні гідроізоляційні та корозійностійкі покриття на поверхні бетонів.

Різницю у механізмі захисту традиційними методами та новими композиційними полімерними та мінерало-полімерними композиціями добре видно на рис. 1.

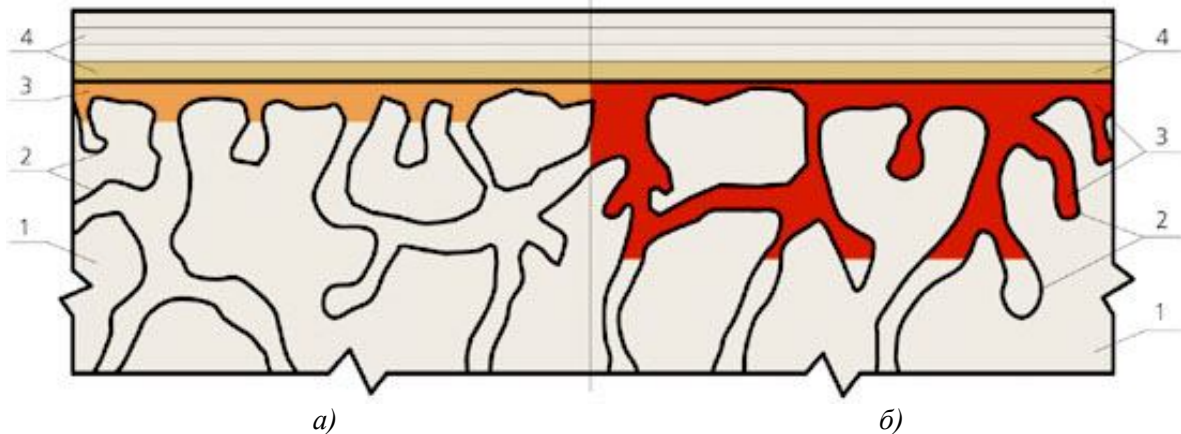


Рис. 1. Схема захисту полімерними матеріалами поверхні бетону: а) захист традиційними методами, б) захист новими капілярними системами
1 – поверхня бетону, яка захищається; 2 – пори в бетоні; 3 – грунтівка (просочення); 4 – шпаклівка, основні покривні шари

Технічний прогрес в області розробки засобів захисту від корозії спричинив істотні зміни номенклатури та властивостей матеріалів. Проведений аналіз науково - технічної документації показав, що на сьогодні немає єдиних уніфікованих показників, що характеризують якість систем антикорозійних покриттів для бетону [3]. Технічні вимоги пред'являються в основному до вихідних матеріалів (складу, технології нанесення, послідовності операцій), а також до властивостей покриттів: хімічної стійкості, еластичності, однорідності, суцільності, адгезії і товщини, які, крім останнього, характеризуються лише якісно.

Основні захисні властивості покриттів для бетону не нормуються, що ускладнює порівняльну оцінку різних варіантів захисту, тим більше, якщо вона здійснюється фахівцями різних організацій.

Для визначення властивостей захисних покриттів на основі мінерально-полімерних композицій були проведені випробування кількох систем вторинного захисту: Кальматрон, Кальмофлекс, Акватрон-6, Гідротекс-К, Ксайпекс, Пенетрон за основними показниками якості. Критеріями оцінки вторинного захисту було обрано такі характеристики систем покриттів для бетону: адгезія покриття до бетону, підвищення морозостійкості, водонепроникність, глибина проникнення у бетон. Результати випробувань наведені на рис. 2 у вигляді діаграм.

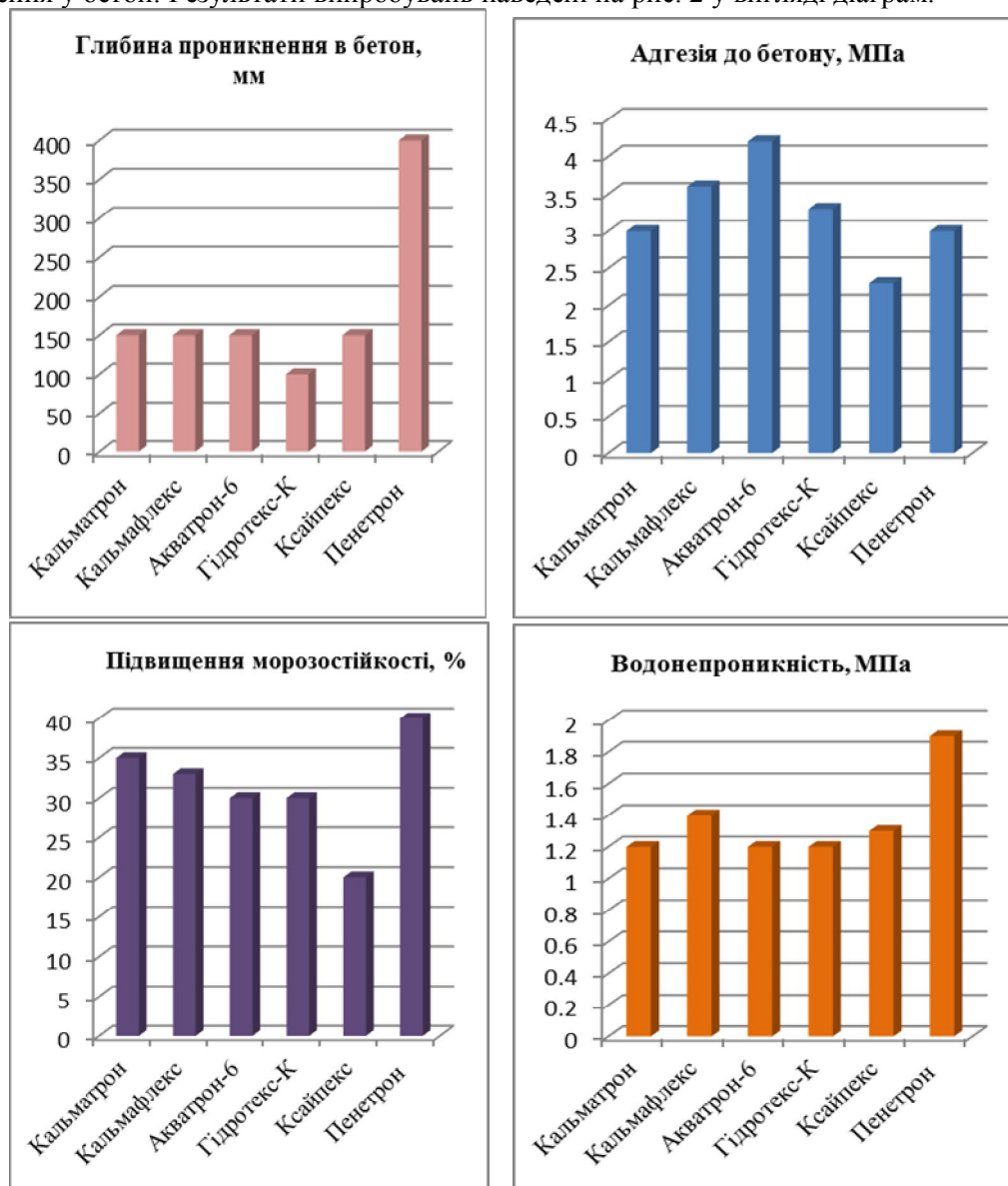


Рис. 2. Порівняння властивостей захисних покриттів на основі мінерально-полімерних композицій

Отримані результати підтверджують, що дані мінерально-полімерні композиції значно підвищують характеристики бетону.

Після нанесення матеріалу в результаті хімічної взаємодії утворюються кристали, які починають проростати у глибокі шари бетону суцільним фронтом перпендикулярно до поверхні нанесення, рухаючись по капілярних каналах, заповнюючи їх і значно зменшуючи площу поперечного перерізу, тим самим перекриваючи воді вільний шлях крізь товщу бетону. Водонепроникність зразків підвищується до 1,2-1,9 МПа. Це дає змогу використовувати ці види покриття для конструкцій, які піддаються постійному чи попереминому зволоженню водою. Найкращі показники за водонепроникністю у Пенетрону – 1,9 МПа.

Ефект водонепроникності забезпечується через виникнення послідовних реакцій, що проходять всередині бетону, між його складовими і компонентами, що містяться в інтегральних капілярних системах. На рис. 3 показані кристалічні включення полімерно-мінеральних композицій в мікропорожнинах структури бетону, що забезпечують непроникність структури бетону як в гелевій, так і в кристалічній фазах. У результаті даних хімічних реакцій утворюються слабозчинні новоутворення, які заповнюють капіляри, пори і мікротріщини, витісняючи при цьому воду. Хімічний склад новоутворень забезпечує високі гідроізоляційні властивості бетону. Крім того, завдяки утворенню гідратних з'єднань на межі контакту бетону і зовнішнього середовища досягається незалежність хімічних характеристик навколишнього середовища від властивостей матеріалу конструкції споруди, іншими словами – санітарно-екологічний захист середовища контакту. Це дає можливість використовувати покриття в спорудах господарсько-питного призначення.

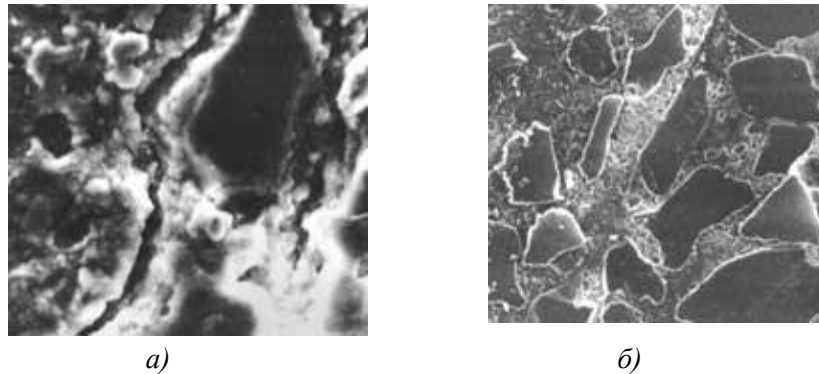


Рис. 3. Структура бетону до нанесення інтегральних капілярних систем на основі мінеральних і полімерних композицій (а) і після їх нанесення (б)

Для визначення величини адгезії покриття до бетону використовували метод нормального відриву, що полягає у вимірюванні сили відриву покриття від поверхні, що захищається за допомогою приклеєного до покриття металевого штампа та динамометра. Значення адгезії до бетону даних покриттів коливається від 2,3-4,2 МПа. Ці показники забезпечують хороше зчеплення з бетоном. Найкращі показники у Акватрону.

Також інтегральні капілярні системи на основі мінеральних і полімерних композицій підвищують морозостійкість бетону на 30-40%. Підвищення морозостійкості бетону досягається за рахунок кольтатації дефектів структури та усунення надходження вологи в тіло бетону. Ефективність захисту залежить від умов зволоження бетону до та після нанесення покриття і підвищується при твердненні у вологих умовах.

При нанесенні покриття на поверхню конструкції, коли бетон знаходився у стані водонасичення, меншому від його максимального водопоглинання за масою, спостерігали істотний ріст морозостійкості. За відповідного максимальній величині водопоглинання за масою початок процесу розморожування бетону відбувається пізніше.

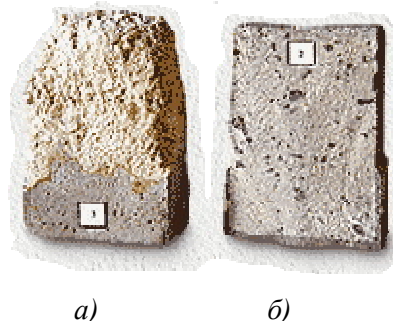


Рис. 4. Випробування бетону в розчині соляної кислоти а) без антикорозійного покриття; б) з нанесенням інтегральних капілярних систем

При односторонньому нанесенні покриття на поверхні конструкції з боку впливу мінусових температур морозостійкість конструкції зростає, як при зволоженні бетону з боку захищеної поверхні, так і з протилежного боку. Також такі покриття глибоко проникають у товщу бетону,

чим забезпечують високі показники корозійної стійкості у різних середовищах. На рис. 4 видно як впливає нанесення мінерально-полімерних композицій на антикорозійні властивості бетону.

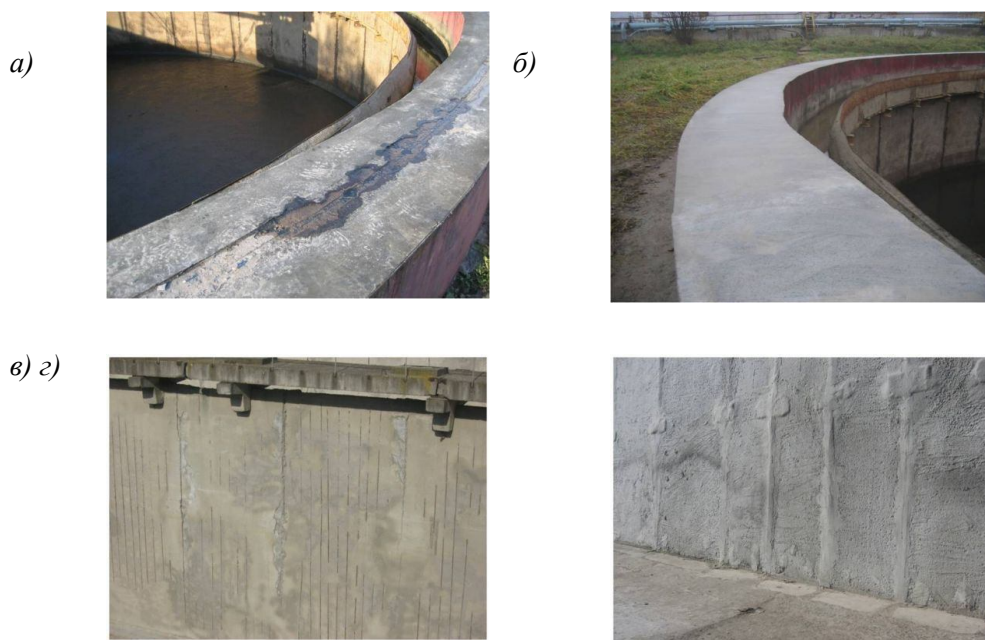


Рис. 5. Використання інтегральних капілярних систем: а) водоканал до обробки; б) водоканал після обробки; в) очисна споруда до обробки; г) очисна споруда після обробки

Висновки. Інтегральні капілярні системи на основі мінеральних і полімерних композицій рекомендовано застосовувати при будівництві та ремонті залізобетонних конструкцій і споруд у якості захисного матеріалу від агресивної дії води та захисту від корозії при впливі рідких і газоподібних агресивних середовищ, а також конструкцій, що знаходяться під впливом мінусових температур в умовах безпосереднього зволоження або капілярного всмоктування тощо. Також їх рекомендовано застосовувати в якості ущільнюючого та герметизуючого матеріалу для стиків, швів і дефектних ділянок бетонних і залізобетонних конструкцій. Приклади використання таких покриттів зображено на рис. 5. Ці матеріали заповнюють порожнини, які утворюються на поверхні конструкцій в умовах впливу води, циклічного заморожування і видів корозії, встановлених Москвіним В.М. [4].

Проведені дослідження допомогли встановити, що інтегральні капілярні системи на основі мінеральних і полімерних композицій допомагають:

- забезпечити на 100 % захист бетону від проникнення вологи;
- підвищити морозостійкість бетону на 30% ;
- підвищити величину водонепроникності бетону до 1,9 МПа;
- забезпечити високу адгезійну міцність зчеплення покриття з бетоном;
- забезпечити велику глибину проникнення у бетон, що сприятиме високій корозійній стійкості бетону у різних середовищах.

1. Бабушкин В.И., Гусев Б.В., Кондращенко Е.В. Осмотический эффект объёмных изменений в структурирующихся системах // Научный вестник строительства. Харьков, вып. 12, 2001 г.
2. Степанова В.Ф., Соколова С.Е. Дифференцированные способы антикоррозионной защиты строительных конструкций на основе полимерных материалов. – Правительство Москвы, Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции города, ЗАО НПВФ «Стройтехинновация» // Техническая информация «Новые материалы, конструкции, оборудование и технологии в строительном комплексе Москвы» – вып. 4, 2004, Москва.
3. Степанова В.Ф., Соколова С.Е., Полушкин А.Л. Выбор критериев оценки и основных показателей качества антикоррозионных покрытий на бетоне. Долговечность и защита конструкций от коррозии/Материалы междунар. конфер. 25–27 мая 1999 г.
4. Москвин В.М. Коррозия бетона / В.М. Москвин. – М.: Стройиздат, 1952. – 342 с.

Стаття надійшла до редакції 08.02.2014.