

## ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВОГО МОДИФІКУВАННЯ БЕТОНУ НА ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

© Гивлюд М.М., Сташко Н.П., Маргаль І.В., 2013

Наведено результати досліджень впливу поверхневого оброблення бетону наповненими силіційорганічними компонентами на адгезійну міцність та суцільність захисного шару.

**Ключові слова:** бетон, адгезія, силіційорганічний компонент.

**The effects of surface treatment of concrete filled silicon organic components in the adhesive strength and the integrity of the protective layer are investigated.**

**Keywords:** concrete, adhesive, silicon organic components.

### Постановка проблеми

Зменшення маси будівель, індустріальність монтажу та архітектурна виразність потребує значної кількості нових видів конструкцій. Зменшення товщини будівельних конструкцій значно збільшує їх уразливість до корозії. Результатом цього є руйнування виробів навіть за одну зиму, а інколи до моменту здавання в експлуатацію будівлі. Як правило, основними причинами руйнування є погана якість бетону, неправильно підібране співвідношення компонентів, використання забруднених реакційноактивних заповнювачів та цементів з підвищеним вмістом лугів, високе значення В/Ц, висока пористість, водопоглинання і низька морозостійкість.

Особливо небезпечною є сольова корозія бетону, яка виникає у результаті кристалізації солей внаслідок капілярного підсмоктування та випаровування мінералізованих вод в умовах експлуатації бетону за позитивних температурах. Особливо небезпечним є перетворення під час дії води безводних солей у кристалогідрати, що супроводжується збільшенням об'єму твердої фази та виникненням значних внутрішніх напружень у тілі бетону. Тому захист будівельних конструкцій від корозії є однією з важливих проблем у вирішенні питань забезпечення довговічності будівель та споруд.

Підвищення надійності та корозійної стійкості бетонних та залізобетонних конструкцій в агресивних середовищах досягається створенням корозійностійких будівельних матеріалів нового покоління або нових видів захисних матеріалів з використанням вітчизняної сировини, критеріїв та методів оцінювання їх довговічності.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Забезпечити корозійну стійкість та довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій в агресивному середовищі можливо за допомогою використання корозійностійких вихідних матеріалів і добавок [1], а у випадку їх недостатньої ефективності повинен передбачатися захист поверхні конструкції листовими, плівковими або лакофарбовими покриттями [2, 3].

Наявність у складі бетону силікатних кристалічних та аморфних частинок, які сумісні з силіційорганічними речовинами, створює передумови надійного зчеплення на межі контакту [4]. Оскільки поверхня силікатних матеріалів за нормальних умов є гідратованою, то в разі нанесення силіційорганічних речовин внаслідок хімічної взаємодії утворюється новий зв'язок Si-O-Si, що приводить до хімічного зв'язування захисного покриття з поверхнею бетону [5]. У такому разі відбувається зшивання молекул гідрофобізатора у суцільну силікоханову сітку, яка щільно облягає всю доступну покриттю поверхню бетону.

**Мета роботи** полягає у встановленні можливості збільшення довговічності бетонних конструкцій, які працюють в умовах високої вологості та дії атмосферних агресивних чинників.

### Результати експериментальних досліджень

Для збільшення корозійної стійкості та довговічності бетону можна використати як модифікатор його поверхні наповнені оксидними і силікатними компонентами поліметилфенілсилоксани. Склад вихідних композицій для захисного покриття такий, мас. %: КО-08-50...60,  $Al_2O_3$  - 20...30,  $ZnO$  - 10...20,  $Na_2SiF_6$  - 5...10, каліонова вата - 1...2.

Для досліджень використано бетони класу B15 ÷ B25. Оброблення поверхні бетону захисними покриттями проводили за температури 20 °С. Лабораторними дослідженнями встановлено, що оптимальна текучість вихідної композиції становить 30–34 с за ВЗ-4, а мікротвердість покриття 210–260 МПа, яка досягається під час його витримування після нанесення упродовж 24 год.

Товщина покриття знаходиться в межах 400–600 мкм за покривною здатністю  $240 - 270 \frac{с}{м^2}$ .

Прискореними дослідженнями визначення атмосферостійкості захисних покриттів, встановлено їх високу гідрофобізуючу здатність, оскільки крайовий кут змочування для всіх досліджених складів становить понад 90 градусів. Як будь-яке капілярно-пористе тіло, бетони під час експлуатації піддаються зволоженню. Під час багаторазового насичення впродовж тривалого часу вони зазнають переродження та втрачають значну частину своєї міцності внаслідок послаблення зв'язку між окремими агрегатами і крихкістю структури. В нашому випадку водовідштовхувальні властивості захисного покриття зумовлені його високою гідрофобністю через утворення на поверхні бетону своєрідної «щітки» з органічних радикалів.

Гідрофобність залежить переважно не тільки від властивостей поліорганосилоксанової складової покриття, але і від поверхневого рельєфу бетону та його пористості. Вони ефективно закривають дрібні пори в бетоні та запобігають проникненню вологи всередину матеріалу. Таке захисне покриття не утворює суцільну плівку над поверхнею пор і тому гідрофобний шар є проникливим до парів води.

Лабораторними дослідженнями встановлено, що під час дії від'ємних температур (мінус 30 °С) крайовий кут змочування захисного покриття зменшується в межах 4–13 градусів, що практично мало впливає на зниження його гідрофобності. Циклічна дія знакозмінних температур після 24 циклів випробувань призводить до зменшення крайового кута змочування на 10–18 градусів, але гідрофобні властивості повністю зберігаються.

Встановлено, що водопоглинення обробленого бетону залежить від текучості вихідного захисного покриття. Мінімальний показник водопоглинення в межах 1,4–1,5 об.% досягається для обидвох класів бетону за текучості 30–34 с.

Довговічність та захисна здатність покриття для бетону в умовах експлуатації у вологих умовах залежить від величини і стабільності адгезії, яка визначається силами механічного зчеплення покриття з поверхнею бетону та визначається силами міжатомної взаємодії та хімічною взаємодією між фазами на межі контакту. Оскільки поверхня бетону є гідратована, то під час нанесення покриття за допомогою хімічної взаємодії з поліметилфенілсилоксаном утворюються нові силоксанові зв'язки, які є визначальними у формуванні адгезійного контакту.

Значний вплив на показник адгезійної міцності вносить ступінь підготовки поверхні бетону та наявність внутрішніх напружень, які виникають за рахунок об'ємного зсідання покриття під час його формування. Адгезійна міцність покриттів після затвердіння на повітрі для всіх складів за товщини нанесення 0,1 мм знаходиться в межах 4 МПа (рис. 1). Максимальне значення адгезійної міцності для всіх досліджуваних складів покриттів (6,2 ÷ 7,1 МПа) спостерігається за його товщини 0,3–0,4 мм. Збільшення товщини покриття понад 0,4 мм приводить до плавного зменшення адгезійної міцності, яка за товщини 1,0 мм становить 2,2–3,2 МПа. Необхідно зазначити, що уведення до складу покриття гексафлюорсилікату натрію збільшує показник адгезійної міцності на 10–12 %, а каолінової вати – на 15–45 %, що пояснюється армувальною дією вказаних тонко дисперсних волокон.

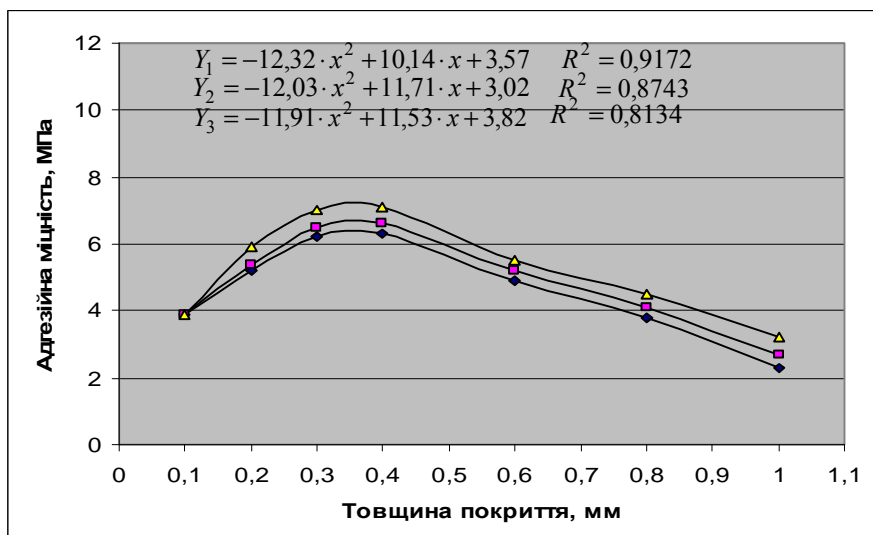


Рис. 1. Залежність адгезійної міцності від товщини покриття на бетон зі складом покриття, мас. %:

- ◆ – KO-08-55,  $Al_2O_3$  – 30, ZnO – 15;
- ◻ – KO-08-55,  $Al_2O_3$  – 20, ZnO – 17,5;  $Na_2SiF_6$  – 7,5;
- △ – KO-08-55,  $Al_2O_3$  – 21, ZnO – 15,0;  $Na_2SiF_6$  – 7,5; каліонова вата – 1,5

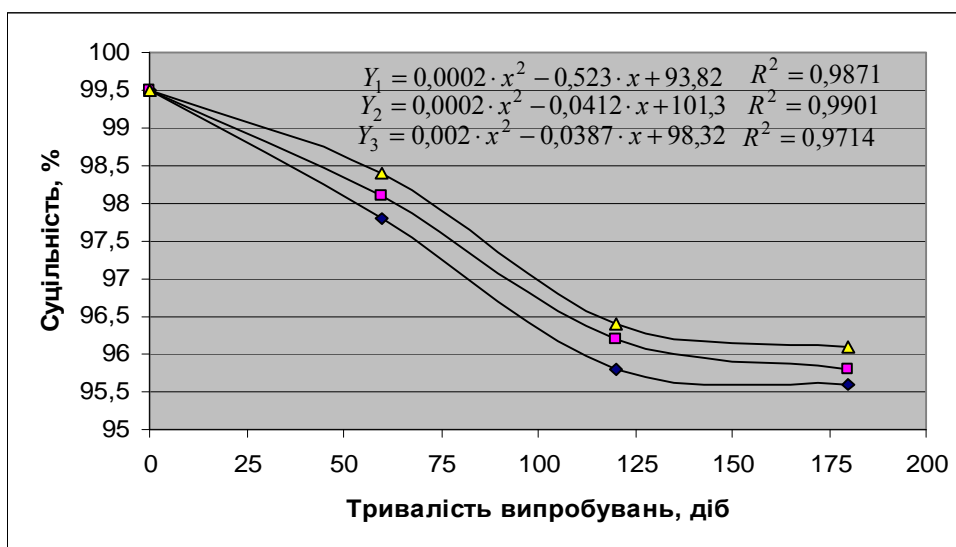


Рис. 2. Зміна суцільності захисного покриття на бетоні від терміну випробувань у вологих умовах зі складом покриття, мас. %:

- ◆ – KO-08-55,  $Al_2O_3$  – 30, ZnO – 15;
- ◻ – KO-08-55,  $Al_2O_3$  – 20, ZnO – 17,5;  $Na_2SiF_6$  – 7,5;
- △ – KO-08-55,  $Al_2O_3$  – 21, ZnO – 15,0;  $Na_2SiF_6$  – 7,5; каліонова вата – 1,5

Захисний ефект захисного бетону, який визначає його довговічність залежить від стану поверхні бетону, а саме наявності розривів та тріщин, через які в глибину матеріалу може проникнути вода та інші зовнішні агресивні компоненти.

Під дією цих чинників у самому покритті можуть відбуватися корозійні процеси внаслідок взаємодії мінерального наповнювача з водою та хімічними сполуками, що значно прискорює фізико-хімічну деструкцію зі зміною структури.

Суцільність захисного покриття на бетоні під час витримування у вологих умовах до 120 діб плавно зменшується з 99,5 до 95,8 % залежно від його складу (рис. 2). Подальше збільшення тривалості випробувань до 175 діб практично не впливає на показник суцільності. Необхідно зазначити, що введення до складу покриття  $Na_2SiF_6$  збільшує показник суцільності на 0,2–0,4 %, а каолінової вати – на 0,6–1,1 %.

Дослідженнями встановлено, що довговічність захисного покриття становить понад 12 років, після чого виникає необхідність його поновлення.

### Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено можливість збільшення корозійної стійкості та довговічності бетону захисними покриттями на основі наповненого поліметилфенілсилоксану. Встановлено, що покриття володіють високою гідрофобністю, зменшують водопоглинення бетону у 3,3–4,5 рази та довговічні.

1. Бабушкин В.И. *Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа* / Бабушкин В.И. – Харьков: Вища школа, 1999. – 168 С. 2. Силоченко С.В. *Изменение поврежденности цементного камня в условиях многократного увлажнения и высушивания* / С.В. Силоченко, А.С. Дорофеев // *Вісник Одеської академії буд-ва та арх-ри.* – 2005. – № 20. – С. 186–189. 3. Шилова М.В. *Кремнийорганические гидрофобизаторы – эффективная защита строительных материалов и конструкций* / М.В. Шихова // *Строительные материалы.* 4. Добрянський І.М. *Вплив кремнійорганічної добавки ГКЖ-94 на властивості бетону* / І.М. Добрянський, І.І. Ніконець // *Будівельні матеріали.* – 2001. – № 4. – С. 31–34. 5. Піднебесний А.П. *Новий гідроізоляційний матеріал на основі атмосферних полімерів* / А.П. Піднебесний, Н.В. Савельєва та ін. // *Будівництво України.* – 2008. – № 5. – С. 30–32.