

УДК 624

ГІДРОФОБІЗУЮЧІ КОМПОЗИЦІЇ В РЕСТАВРАЦІЇ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ

професор, д.т.н. Лівінський О.М., аспірант Стоян О.В.

Київський національний університет будівництва та архітектури

Постановка проблеми. Збереження пам'яток завжди було питанням складним, тому вирішувати ці питання повинні лише фахівці, що мають відповідну кваліфікацію та досвід, який підтверджений необхідними знаннями. Ці знання повинні стосуватися не тільки дотримання технології використання матеріалів, але й чіткому розумінні проблеми в цілому.

Актуальність теми. Одним з пріоритетних напрямків в консервації пам'яток є їх захист від дії шкідливих зовнішніх факторів. Захисні матеріали повинні створювати сприятливий мікроклімат для пам'ятки і в той же час бути непомітними, але довговічними. Особливе місце серед них займають гідрофобізаційні матеріали і технології.

1. Загальні положення

1.1. Гідрофобність матеріалу – це його здатність протистояти змочуванню водою. Звідси *гідрофобізація* - це різке зниження здатності виробів та матеріалів змочуватись водою та водними розчинами. І навпаки *гідрофільність* – це спорідненість матеріалу з водою і здатність до зволоження. Тобто на гідрофільній поверхні крапля води розтікається по поверхні, а на гідрофобній – вода збирається в краплі. Інший приклад: з двома капілярами різної природи, зануреними у воду, – капілярний ефект. По капіляру, стінки якого мають електрофільні властивості (скло, кераміка, целюлоза, деревина) вода під дією сил поверхневого натягу піднімається вгору. В той же час з капілярів, стінки яких гідрофобні, вода, навпаки, "виштовхується". Чим тонший капіляр, тим вище вода може підніматись вгору або "виштовхуватись" вниз (інколи на десятки метрів).

Чим вища гідрофобність поверхні, тим форма краплі ближча до сферичної. Ці явища змочування є результатом міжмолекулярної взаємодії – молекул води з поверхневими молекулами тіла. Енергія взаємодії з водою для електрофільних матеріалів досить велика (значно більша за взаємодію молекул води між собою). Особливо високою *гідрофільністю* відзначаються матеріали з іонною кристалічною решіткою (наприклад, карбонати, силікати, сульфати, глини тощо). Яскраво виражені *гідрофобні* властивості мають парафіни, жири, воски, деякі пластмаси, графіт тощо. Гідрофільність та гідрофобність поверхні можна суттєво змінити, наприклад, за рахунок адсорбції речовин, що мають різні групи (гідрофільний та гідрофобний центри). Речовини, які різко збільшують гідрофобні властивості матеріалу, називаються гідрофобізаторами. Гідрофобні покриття у вигляді молекулярних шарів або тонких плівок отримують шляхом обробки матеріалу розчинами, емульсіями або (рідше) парами гідрофобізаторів - речовин, які слабо взаємодіють з водою та міцно утримуються на поверхні. В якості гідрофобізаторів використовують солі жирних кислот, деяких металів (мідь, алюміній, цирконій і т.ін.), поверхнево-активні речовини (ПАР), а також

низько- і високомолекулярні кремнійорганічні та фторорганічні сполуки. Гідрофобізація поверхні капілярів та пор приводить до ефекту виштовхування води з пор – звідси і друге значення цього терміну – *водовідштовхування*.

1.2. Практично всі будівельні матеріали мінерального походження мають пористу структуру та електрофільну природу. Електрофільністю капілярів пояснюються і капілярні ефекти (всмоктування води) (див. також розділ 7). Завдяки електрофільним ефектам поверхня матеріалу подібно губці вбирає в себе атмосферну воду (дощ, туман) та конденсат, а разом з ними розчинні солі та активні реагенти, що можуть викликати хімічні реакції з компонентами матеріалу, тобто зумовлювати його перетворення (корозію). Враховуючи значну площу поверхні конструкції, тривалість та повторюваність, ці процеси можуть спричиняти значний вплив на стан матеріалу та саму конструкцію будівлі, а також активувати інші руйнівні процеси.

1.3. Однак міжмолекулярні сили приводять до притягання не тільки молекул води, але й багатьох інших сполук (адсорбція) та до прилипання частинок, що приносяться потоками повітря та води. Розчинні сполуки, як вже зазначалося вище, проникають вглиб пор і в структуру матеріалу, нерозчинні залишаються на поверхні, забруднюючи її, закриваючи пори та викликаючи певні хімічні та структурні зміни (вивітрювання).

З плином часу ці процеси посилюються; в результаті природного старіння і накопичення солей будівельний матеріал пам'ятки набуває властивості підвищеного водопоглинання та адсорбції, що тягне за собою великі руйнівні наслідки для самої пам'ятки (хімічна корозія, зниження парообміну, зволоження, розмерзання, деструкція матеріалу тощо). Тому розробка ефективних і відносно недорогих матеріалів і технологій щодо захисту поверхні мурування від проникання вологи та адсорбції забруднень є надзвичайно важливою для реставраційної практики.

1.4. Розчистка поверхні мурування під час консерваційно-реставраційних робіт приводить до видалення забруднень, розкриття пор, а разом з тим до активації поверхні та підсилення здатності до адсорбції та всмоктування води в десяток разів більше. Тому в реставраційній практиці є обов'язковим захист поверхні після її розчистки. Захисна обробка поверхні мурування повинна проводитись тільки після закінчення всього комплексу консерваційних робіт.

1.5. Для захисту поверхні пам'яток від проникнення вологи і вивітрювання в реставраційній практиці застосовуються, в залежності від умов, два підходи. Перший заключається в створенні суцільної захисної плівки з інертного природного матеріалу і закритті поверхневих пор пам'ятки. Таким чином, відбувається ізоляція поверхні пам'ятки, припиняється її контакт з агресивним середовищем і перебивається потрапляння води і забруднень вглиб матеріалу. Цей напрямок є продовженням традиційних методів консервації, перевірених віками. Найбільш відомі методики захисту мармурових скульптур базуються на використанні спеціально очищеного (відбіленого) натурального воску.

Другий напрямок базується на використанні композицій на основі кремнійорганічних сполук, які не закривають пори, а тільки гідрофобізують їх, утворюють водовідштовхуюче покриття, яке має механічну міцність,

самоочищається і зберігає значну паро- і газопроникність, не змивається водою і є стійким до дії атмосферних факторів. Таке покриття прозоре, не міняє фактури каменю і практично непомітне, а тому широко використовується при консервації пам'яток археології і архітектури.

1.6. Ефект кремнійорганічних сполук полягає в тому, що вони не утворюють суцільну плівку на поверхні, а оточують стінки капілярів і тим самим гідрофобізують їх. При цьому таке покриття не являється перепорою для проникнення поодиноких молекул води (пари). Поверхневий шар починає "працювати" тільки в тих випадках, коли волога присутня у вигляді набагато більш крупних агломератів (крапель і мікрокрапель, тобто в рідкій фазі), що візуально і виражається як "водовідштовхування" – збирання води на поверхні в окремі краплі та їх активне стікання по похилій площині.

2. Використання гідрофобізаторів

Гідрофобізація матеріалу може бути поверхневою та об'ємною.

2.1. *Поверхнева гідрофобізація* передбачає утворення тонкого гідрофобізованого шару ("плівки") на поверхні мурування чи конструкції, зумовлене нанесенням на оброблювану поверхню робочого розчину силіконового гідрофобізатора (СГ). Вміст активної речовини в робочому розчині становить як правило 2 -10%. Необхідну концентрацію підбирають технологи-реставратори експериментальним методом і обов'язково вказують її в технологічній частині проектної документації. Там же вказується і методика приготування та нанесення робочого розчину: обризкуванням, обливанням, поливом, промазуванням щіткою або валиком.

2.2. *Об'ємна гідрофобізація* передбачає утворення певного об'єму (маси) гідрофобізованого матеріалу. Може виконуватись як на стадії виробництва будівельного матеріалу, так і шляхом просочування готових конструкцій.

2.3. На стадії виробництва будівельного матеріалу СГ вводиться разом з водою, як правило, в кількості 0,15% активної речовини від маси в'язучого (наприклад, вапна чи цементу).

Примусове просочування виконується методом ін'єкцій (закачування під тиском або самопливом) через шпури, просвердлені в масиві уже сформованого матеріалу або в конструкції просочувального розчину з вмістом основної речовини 0,1-1,0%.

2.4. Пенетрація - це глибоке просочення будівельного матеріалу за рахунок високої дифузії гідрофобізатора через поверхню.

Вона може здійснюватись в залежності від форми, розміру виробу та умов ведення робіт багаторазовим поливом та промазуванням, замочуванням та накладанням компресів.

Максимальна ефективність і довговічність досягається при суміщенні об'ємної і поверхневої гідрофобізації.

2.5. Механізм утворення і укріплення гідрофобного шару може бути різним і залежить від природи реагентів (силіксани, силізани тощо). Тому для ефективної гідрофобізації поверхні силіконовими матеріалами різного типу необхідні певні умови.

Тун 1. Необхідна присутність вуглекислого газу і води для перевodu основної речовини в активну форму. При цьому молекули СГ взаємодіють (хімічні та міжмолекулярні) зі складовими будівельного матеріалу, "вшиваючись" в його структуру, так і між собою, збільшуючи гідрофобний ланцюг. Побічним продуктом цих процесів є карбонат (або гідрокарбонат) лужного металу, що залишається в порах будівельного матеріалу.

Тун 2. Необхідна присутність парів води для перевodu основної речовини в активну форму. При цьому молекули СГ ніби "вшиваються" в структуру будівельного матеріалу, так і взаємодіють між собою, збільшуючи гідрофобний ланцюг. Побічний продукт даної хімічної реакції - молекули спирту, які випаровуються через пори матеріалу.

Тун 3. Найбільш універсальний. СГ проявляє максимальну активність при наявності в оброблюваному матеріалі гідроксильних груп (-ОН), котрі наявні практично в усіх будівельних матеріалах. Утворює захисне покриття, "вшиваючись" в структуру матеріалу. Побічний продукт - незначна кількість газоподібного водню, що швидко випаровується через пори матеріалу.

Тун 4. Для перевodu основної речовини в активну форму необхідна присутність спеціальних каталізаторів і парів води. Молекули СГ утворюють захисне покриття, "вшиваючись" в структуру матеріалу, взаємодіючи між собою. Склад побічних продуктів залежить від типу використаного каталізатора.

2.6. Додаткові ефекти, обумовлені використанням силіконових гідрофобізаторів.

Крім основного ефекту (захист від намокання), СГ надають конструкційним матеріалам ряд досить корисних додаткових властивостей:

- різке підвищення корозійної стійкості, соле- і морозостійкості (як наслідок - відсутності намокання); підвищення міцнісних характеристик, обумовлене тим, що в процесі гідрофобізації СГ виступає як агент, що додатково укріплює структуру будівельного матеріалу;

- присутність СГ 1 і 3 типів та вміст спеціальних ПАВ дозволяє на стадії виробництва будівельного матеріалу (зокрема, бетону) регулювати такі показники, як рухливість, водопотреба, пластичність, пористість залежність пластичної міцності від часу і повітревтягнення.

При виробництві цементу введення вказаних СГ перед стадією перемелювання клінкера забезпечує наступне:

- при фіксованому виробництві - підвищення марки цементу;
- при фіксованій марці цементу - підвищення продуктивності;
- значне збільшення часу зберігання і транспортування, (в т.ч. у вологій атмосфері);

- можливість випуску гідрофобізованих цементовмісних матеріалів (бетон, шифер) без змін існуючої технології виробництва.

Вище сказане містить хоча і досить загальні, але безумовно корисні, практичні рекомендації, які дозволяють уникнути грубих помилок в процесі вибору і використання гідрофобізуючих речовин.

3. Матеріали CERESIT для гідрофобної обробки будівельних конструкцій

3.1. Гідрофобна композиція Ceresit CT 11 (силан-силоксилан) для сильноолужних, свіжевлаштованих мінеральних основ призначена для:

- зовнішніх робіт та поверхневої обробки;
- надання поверхні мурування чи конструкції гідрофобних (водовідштовхуючих) властивостей;
- захисту бетонних поверхонь, стін з вапнякових блоків, цементно-піщаних і цементно-вапняних штукатурок та інших нещільних мінеральних структур від дії атмосферних факторів (дощ, туман, сніг тощо) та забруднень;
- захисту поверхні від утворення висолів, обростання грибами, мохом, водоростями тощо;
- забезпечення водонепроникності тріщин шириною не більше 0.2 мм в будівельних елементах.

Ceresit CT 11 має такі характерні властивості:

- володіє високою проникаючою здатністю;
- паропроникна;
- стійка до ультрафіолетового випромінювання;
- густина розчину 0,79 кг/дм³;
- після висихання дає прозоре покриття;
- не рекомендується для захисту будівельних конструкцій та поверхонь, що перебувають під гідростатичним чи динамічним тиском води;
- містить в собі скипидар, тому він легко займається. Необхідно оберегти від джерела вогню.

Підготовка основи виконується згідно з ДБН В.3.2-1-2004, СНиП 3.04.01-87 та ДБН В.2.6.-22-2001. Основа повинна бути сухою та міцною, без видимих втрат. Перед використанням Ceresit CT 11 основу необхідно очистити від речовин, що шкодять адгезії, таких, як жири, масла, мастики та інші, які зменшують зчеплення з основою. Неміцні ділянки поверхні основи необхідно видалити механічним способом, потім заробити шпаклювальними сумішами Ceresit (марка суміші підбирається в залежності від стану та призначення конструкції).

Перед використанням Ceresit CT 11 її необхідно добре збовтати, потім за допомогою м'якої щітки нанести на поверхню до повного її насичення. Витрата в залежності від основи становить 0,3 – 0,7 л/м². Для слабопоглинаючої основи другий шар наноситься через 1-2 години. Матеріал, що потрапив на поверхню, яка не підлягає гідрофобізації, слід видалити уайт-спіритом або розчинником. Після завершення роботи інструмент необхідно теж очистити розчинником.

Гідрофобізацію поверхні слід виконувати при температурі від +5°C до +35°C та відносній вологості повітря нижче 80%. Через 6 місяців після гідрофобізації поверхні композицією Ceresit CT 11 можливе нанесення на цю поверхню оздоблювальних матеріалів, попередньо заґрунтувавши її ґрунтовкою Ceresit CT 17.

У випадку використання матеріалу в умовах, не вказаних в даному описі, необхідно провести лабораторні випробування за участю технологів-реставраторів та звернутись за порадою до виробника.

3.2. Гідрофобна композиція Ceresit CT 12 (активний силоксан) для мінеральних основ, призначена для таких видів робіт:

- зовнішніх робіт та поверхневої обробки;
- надання поверхні мурування чи конструкції гідрофобних (водовідштовхуючих) властивостей;
- захисту облицювань з клінкерної та керамічної плитки, природного каменю, декоративних штукатурок, покрівельної черепиці та інших елементів опорядження на мінеральній основі від дії атмосферних факторів (дощ, туман, сніг тощо);
- захисту поверхні від утворення висолів, обростання грибами, мохом, водоростями тощо;
- забезпечення водонепроникності тріщин шириною не більше 0.2 мм в будівельних елементах.

Ceresit CT 12 має такі властивості:

- володіє високопроникаючою здатністю, паропроникна;
- стійка до ультрафіолетового випромінювання;
- густина розчину 0,79 кг/дм³;
- після висихання дає прозоре покриття;
- не рекомендується для захисту будівельних конструкцій та підлог, що перебувають під гідростатичним тиском води;
- дозволяється обробляти сильноолужну основу (бетон, мурування з силікатної цегли, штукатурка) не раніше, ніж через шість місяців після їх улаштування;
- містить в собі скипидар, тому він легко займається. Необхідно оберегти від джерела вогню.

Підготовка основи виконується згідно з ДБН В.3.2-1-2004, СНиП 3.04.01-87 та ДБН В.2.6.-22-2001.

Основа повинна бути сухою та міцною, без видимих пошкоджень. Перед використанням Ceresit CT 12 основу необхідно очистити від речовин, що шкодять адгезії, таких, як жири, масла, мастики та інших, які зменшують зчеплення з основою. Неміцні ділянки поверхні основи необхідно видалити механічним способом, потім заробити шпаклювальними сумішами Ceresit (марка суміші підбирається в залежності від стану та призначення конструкції).

Перед використанням CT 12 її необхідно добре збовтати, потім за допомогою м'якого пензля нанести на гідрофобізуючу поверхню до повного її насичення. Витрата – для слабопоглинаючих поверхонь - 0,3 л/м², для сильнопоглинаючих – 0,7 л/м². Для слабопоглинаючої основи другий шар наноситься через 1-2 години. Матеріал, що потрапив на поверхню, яка не підлягає гідрофобізації, слід видалити уайт-спіритом. По завершенню роботи інструмент необхідно очистити розчинником.

Гідрофобізацію поверхні слід виконувати при температурі від +5°C до +35°C та відносній вологості повітря нижче 80%. Через 6 місяців після гідрофобізації поверхні Ceresit CT 12 можливе нанесення на поверхню оздоблювальних матеріалів, попередньо заґрунтувавши її Ceresit CT 17.

У випадку використання матеріалу в умовах, не вказаних в технічному описі, необхідно самостійно провести випробування або звернутись за порадою до виробника.

3.3. *Універсальна гідрофобна композиція Ceresit CT 13 (силоксанова емульсія)* - для сильно вбираючих і лужних мінеральних основ, призначена для таких видів робіт:

- зовнішніх робіт та поверхневої обробки, так як вона стійка до ультрафіолетового випромінювання;
- надання поверхні сильнолужних основ гідрофобних (водовідштовхуючих) властивостей;
- захисту бетонних поверхонь, силікатної цегли, цементно-піщаних і цементно-вапняних штукатурок та інших нещільних мінеральних структур від дії атмосферних факторів (дощ, туман, сніг тощо) та забруднень;
- захисту поверхні від утворення висолів, обростання грибами, мохом, водоростями тощо;
- забезпечення водонепроникності тріщин шириною не більше 0.2 мм в будівельних елементах.

Ceresit CT 13 має такі властивості:

- володіє великою глибиною проникання;
- паропроникна;
- стійка до дії лугів;
- стійка до ультрафіолетового випромінювання;
- густина розчину 1,0 кг/дм³;
- не рекомендується для захисту будівельних конструкцій та поверхонь, що перебувають під гідростатичним чи динамічним тиском води;
- не рекомендується використовувати для захисту поверхні з полімерним покриттям;
- необхідно оберегати від замерзання.

Методика нанесення

Підготовка основи виконується згідно з ДБН В.3.2-1-2004, СНиП 3.04.01-87 та ДБН В.2.6.-22-2001. Основа повинна бути сухою та міцною, без видимих пошкоджень. Перед використанням Ceresit CT 13 основу необхідно очистити від речовин, що шкодять адгезії, - жирів, масла, мастики та інших, які зменшують зчеплення з основою. Неміцні ділянки поверхні основи необхідно видалити механічним способом, потім нанести на поверхню шпаклювальні суміші Ceresit (марка суміші підбирається в залежності від стану та призначення конструкції).

Перед використанням Ceresit CT 13 необхідно добре збовтати, потім за допомогою валика чи м'якого пензля нанести на поверхню до повного її насичення. При нанесенні кількох шарів їх слід наносити за принципом

"мокрый на мокрый". Матеріал, що потрапив на поверхню, яка не підлягає гідрофобізації, слід видалити уайт-спиритом або розчинником. Після завершення роботи роботи інструмент необхідно очистити спеціальним розчинником.

Гідрофобізацію поверхні слід виконувати при температурі від +5°C до +25°C та відносній вологості повітря нижче 80%. Не допускається нанесення розчину під прямими сонячними променями і при температурі поверхні, вищій +30°C. Повний ефект досягається через 4 тижні після нанесення.

Через 6 місяців після гідрофобізації поверхні Ceresit CT 13 можливе нанесення на поверхню оздоблювальних матеріалів, попередньо заґрунтувавши її Ceresit CT 17.

У випадку використання матеріалу в умовах, не вказаних в даному посібнику, необхідно самостійно провести випробування або звернутись за порадою до виробника.

Висновок:

Реставрація пам'яток історії та архітектури - складний комплекс робіт, який включає в себе наукове дослідження, специфічні технологічні процеси та спеціальні підходи. *Пряме застосування нормативних документів та технологічних схем капітального будівництва в цьому випадку неприпустиме.* На відміну від загальнобудівельних і ремонтних робіт, де на перший план ставляться техніко-економічні характеристики будівельного матеріалу та самої споруди (якість, надійність, довговічність, сучасний дизайн і т.п.), при реставрації пам'ятки мають бути збережені всі характерні елементи, риси та особливості об'єкта та забезпечені умови його існування впродовж наступних поколінь, як зразка культури народу і матеріального свідка історії (навіть за рахунок зменшення навантажень, зниження експлуатаційних характеристик та організації спеціальних умов зберігання, якщо це необхідно). Основним завданням реставрації є збереження культурної цінності, історичної правди та історії самої пам'ятки, що матеріалізовані в її складових елементах і будівельних матеріалах.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Консервація і реставрація архітектурних пам'яток /Ю.М.Стріленко, І.Р.Могитич, С.В. Скляр та ін.// К.- Л. – 1996р. - (586 с.)
2. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Матеріали і технології в сучасному будівництві: підручник – К.: Вища освіта, 2006-495с.: іл.
3. Гуцуляк Р.Б., Ю.М.Стріленко. Особливості технології та матеріалів для консервації і реставрації пам'яток. // Будівництво в Україні. 2003, №6

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Закон України від 8.06.2000 № 1805-III, Про охорону культурної спадщини.
2. Закон України від 1.06.2000 № 1775-III, Про ліцензування певних видів господарської діяльності.
3. ДБН В.3.2-1-2004, Реставраційні, консерваційні та ремонтні роботи на пам'ятниках культурної спадщини.