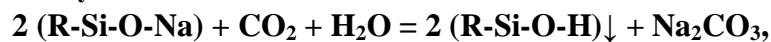


**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОІЗОЛЮВАЛЬНИХ
МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН**

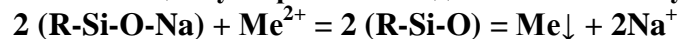
© Ілів В. В., Гивлюд М. М., Ілів Я. В., 2015

Наведено результати дослідження і покращення експлуатаційних властивостей розроблених гідроізоляційних рідин на основі водорозчинних кремнійорганічних рідин. За звичайних умов механізм утворення кремнійорганічного осаду в порах на повітрі полягає в взаємодії вуглекислим газом:



де R – вуглеводневий радикал.

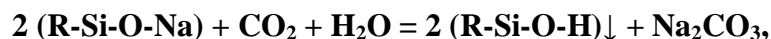
Як водорозчинні кремнійорганічні рідини використовували метилсиліконати калію та натрію. Запропоновано для прискорення утворення гідрофобізованого осаду в порах стінового матеріалу попередньо обробляти стіновий матеріал 5 % розчином вапна чи хлористого кальцію. За рахунок взаємодії між водорозчинними метилсиліконатами та вапном чи хлористим кальцієм утворюється осад метилсиліконату кальцію.



Такі рідини застосовуються за методом насичення перерізу стін через попередньо висвердлені отвори. Технологічно насичення може відбуватися самоналивом або під тиском за допомогою пакерів та нагнітаючих насосів. Можливим є також використання цих рідин для поверхневого оброблення стін для їх захисту у разі незначних капілярних тисків води чи для захисту від дії дощової води чи снігу завдяки її гідрофобізації з подальшим личкуванням.

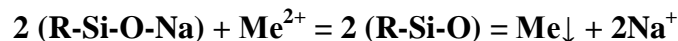
Ключові слова: водорозчинні кремнійорганічні рідини, гідрофобізований осад.

In the article the results of research and improve performance properties developed waterproofing liquid based on water-soluble silicon-organic liquids. Under normal conditions, the mechanism of siliceous sediments in the pores of the air is the interaction of carbon dioxide:



where R – the hydrocarbon radical.

As water-soluble silicone fluid used metylsiliconats potassium and sodium. Proposed to accelerate the formation of pores in the sediment water repellents wall material to conduct preprocessing wall material 5 % solution of lime or calcium chloride. Due to the interaction between water-methylsiliconats and lime or calcium chloride precipitate formed metylsiliconat calcium.



These fluids are applied by saturation cross section through the pre-drilled wall openings. Technologically saturation can occur in bulk or well under pressure using packers and primary pump. It is also possible to use these liquids for the surface treatment of walls to protect them at low water pressure or capillary protective action of rain or snow because of its hydrophobic followed lining.

Key words: silicon-organic liquids, siliceous sediment.

Постановка проблеми

Кремнійорганічні матеріали мають широку сферу застосування в галузі будівництва і експлуатації будівель та споруд для надання водовідштовхувальних властивостей робочій поверхні чи масиву будівельних матеріалів, що істотно підвищує їх експлуатаційні властивості [1]. Вико-

ристання кремнійорганічних полімерів і олігомерів дало змогу утворити клас нових оздоблюваних матеріалів з рядом цінних поліфункціональних властивостей, це атмосферо- і водостійкі личкувальні матеріали для фасадів (декоративні тиньки, вододисперсні та органорозчинні ґрунтівки і фарби); стійкі до дії ґрунтових та підземних вод глибоко імпрегнаційні матеріали та матеріали для поверхневого оброблення тощо. Однак питанню дослідження механізму закріплення після використання кремнійорганічних матеріалів до поверхні підкладу, особливо розвиненої поверхні пористих виробів, стійкості таких матеріалів у разі тривалої дії експлуатаційних чинників, передусім води і атмосферного впливу, приділяється недостатньо уваги.

Аналіз останніх досліджень

Як встановлено попередніми дослідженнями водорозчинні рідини ГКЖ-11 Н та ГКЖ-11 К, як основні імпрегнуючі матеріали ВАТ “Кремнійполімер”, не витримують надлишкового тиску води понад 0,02 МПа під час дослідження за методикою водонепроникності бетонів. Але дещо кращі результати отримано під час опробування 136–157 М, ЕТС – 40 та низки їх аналогів [1]. Автору статті вдалось отримати на їх основі багатокомпонентні суміші, що за експлуатаційними властивостями не поступалися іноземним аналогам, таким як AQUAFIN – F, AQUAFIN – FS фірми SCHOMBURG (НІМЕЧЧИНА), AIDA – KIESOLREMMERS (НІМЕЧЧИНА) чи ADEXIN – HS, ADEXIN – HS 2 DEITERMANN (НІМЕЧЧИНА) [2].

Мета досліджень

У разі продовження дослідницької роботи з отриманими гідроізолювальними рідинами на основі продукції ВАТ “Кремнійполімер” необхідно встановити умови покращення їх експлуатаційних властивостей за рахунок застосування певних технологічних прийомів і додаткових матеріалів. Для цього необхідно використати методику, наведену в статті [2].

Викладення основного матеріалу

Як встановлено, всі матеріали, що використовуються для ремонту будівель, які піддаються дії ґрунтових та стічних вод, мають підвищені гідрофобні властивості. Найпоширенішими такими матеріалами на європейському ринку є AQUAFIN – F, AQUAFIN – FS фірми SCHOMBURG (НІМЕЧЧИНА), AIDA – KIESOL фірми REMMERS (НІМЕЧЧИНА) чи ADEXIN – HS, ADEXIN – HS 2 фірми DEITERMANN (НІМЕЧЧИНА).

Основними гідрофобними матеріалами для отримання експериментальних гідроізолювальних рідин є рідини ГКЖ-11 Н і ГКЖ-11 К. Виробник ВАТ “Кремнійполімер” надає їм таку характеристику. Рідина являє собою водний чи водно-спиртовий розчини метилсиліконату натрію та калію.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості ГКЖ – 11Н, ГКЖ – 11К

Назва показника	Норма для марок	
	ГКЖ-11Н	ГКЖ-11К
Зовнішній вигляд	Рідина від світло-жовтого до світло-коричневого забарвлення	
Лужність в перерахунку на NaOH, % на KOH, %	13 – 17	16 – 29
Масова частка нелетких речовин, %	25 – 35	39 – 52
Густина при 20°C, г/см ³	1,17 – 1,23	1,12 – 1,30

Рідина застосовують для надання гідрофобних властивостей будівельним матеріалам. Гідрофобізована поверхня не вбирає вологу і зберігає газо- і повітропроникність, що покращує захисні властивості оброблених гідрофобізатором споруджень.

На основі ГКЖ – 11Н і ГКЖ – 11К розроблено експериментальні гідроізолювальні рідини № 1 К, № 2 К, № 1 Н та № 2 Н, що мають властивості, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Технічні властивості гідроізолювальних рідин

Основа	Водний розчин на основі метилсиліконату калію чи натрію
Колір	Від прозорого, біло-матового до світло-жовтого чи світло-коричневого
Консистенція	Рідина
Густина	1,15 – 1,25 г/см ³
Значення рН	11,5 – 13
Спосіб очищення	У свіжому стані водою
Основний метод використання	Заливання або ін'єкція під низьким тиском
Витрати при використанні	Залежать від всмоктувальної можливості стіни і можуть бути встановлені методом проби, але щонайменше – 15 – 20 кг/м ² поперечного перерізу
Зберігання	Запобігати дії морозу, зберігати в теплих приміщеннях в закритих ємностях до 12 місяців

Умови застосування розроблених матеріалів є такими:

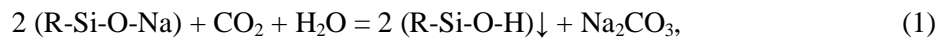
1. Проти капілярного піднімання вологи облаштовують горизонтальну гідрофобну діафрагму. Для цього вище від рівня межі просмоктування (вище від рівня підняття ґрунтових вод) на 20 – 30 см у підвалах чи на 5 – 15 см нижче від рівня підлоги на внутрішніх капітальних стінах просвердлюють у разі заливання вручну вздовж всього периметра отвори діаметром 30 мм під кутом нахилу 30° на віддалі 15 см один від одного в один чи два ряди в шаховому порядку, не доходячи до краю стіни на 5–6 см. Отвори просвердлюють так, щоб проходили хоча би через два шари мурування. Різниця висоти між рядами 10–12 см. Виконання ін'єкції в два ряди забезпечує надійнішу ізоляцію. Заливають до повного насичення матеріалу стіни. Ін'єкції виконують протягом декількох операцій, в середньому 2–3 рази, даючи можливість всмоктатися рідині після кожної операції. Період насичення становить як мінімум 24 год.

Під час заливання під низьким тиском діаметр отворів становить 12–20 мм і залежить від діаметра “пакерів” (штуцерів). Кут нахилу до 30°. Віддаль між отворами така, як і в попередньому випадку. Ін'єкцію виконують за одну операцію за тиску, створюваного ін'єкційним приладом 0,2 – 0,7 МПа. Швидкість заливання не повинна перевищувати 0,5 кг/хв. Реальні витрати можуть бути меншими чи більшими від вказаних, що залежить від заходів від витікання та від пористості матеріалу масиву стіни і швів кладки. Після насичення і висихання отвори закривають цементно-піщаними розчинами із безусадкових чи малорозширювальних цементів або спеціальними розчинами із сухих сумішей.

2. Матеріал використовують за відсутності тиску ґрунтових і поверхневих вод та у разі незначних капілярних тисків у стіні для проведення вертикальної гідроізоляції. У разі промокання стін через поганий дренаж, пухких біля фундаментів ґрунтів, пошкодження підвальних стін чи для захисту свіжого тиньку або взагалі свіжозмурованих стін. Обробляють за так званою технологією процесу ґрунтуючої силікатизації. Залежно від мети застосування і характеристики основи витрати матеріалу в середньому становлять 0,2 – 0,5 кг/м². Допускається застосування цього матеріалу як ґрунту у разі розбавлення 1:1 з подальшим нанесенням інших захисних шарів.

3. Матеріал застосовують для захищення зовнішньої поверхні стін від дії води чи снігу завдяки її гідрофобізації з подальшим личкуванням. Основа може бути і свіжонанесеною, і після достатньо тривалого терміну експлуатації. Витрати матеріалів для досягнення цієї мети залежать від водопоглинаючої здатності і інших характеристик основи та деяких інших факторів, але в середньому не перевищують витрат, які наведені в попередньому випадку.

Механізм утворення кремнійорганічного осаду в порах на повітрі полягає в взаємодії вуглекислим газом:



де R– вуглеводневий радикал.

Оскільки контакт вуглекислого газу із імпрегнуючими матеріалами є невисоким через низьку його розчинність у водяних розчинах та низьку дифузію із повітря в розчини, то реакція відбувається в часі дуже довго, за даними виробників європейських аналогів до половини року. Це понижує ефективність використання таких матеріалів, оскільки за наявності тиску ґрунтових вод імпрегнуючі матеріали розмиваються по поровій системі стін, що утруднює формування водонепроникного осаду.

Механізм осадження прискорюється завдяки взаємодії кремнійорганічних рідин із водорозчинними солями чи гідроксидами важких і лужноземельних металів:



де R– вуглеводневий радикал; Me – іон металу.

Концентрації цих солей чи гідроксидів не вистачає в ґрунтових водах для швидкого утворення кремнійорганічного осаду через їх низьку мінералізацію, тому їх додатково вводять у масив стіни. На практиці доцільно використовувати солі кальцію чи гідратоване вапно, оскільки метилсиліконат кальцію є нерозчинним у воді. Його осад має щільну структуру із високим гідрофобним ефектом. Для визначення здатності будівельних матеріалів, просочених розробленими матеріалами, витримувати надлишкові тиски води і її підвищення за рахунок попереднього оброблення розчинами солі кальцію чи гідратованим вапном формували керамічні та цементно-піщані зразки у вигляді зрізаних конусів. Керамічні зразки формувались із сирцю цегли Солонського заводу. Сирі зразки вологістю 18–21 % формували набиванням конусної дерев'яної форми. Після підсихання зразок легко відділявся від форми і досушувався в сушильній шафі до вологості не більше ніж 1 мас. % за максимальної температури 115–120 °С. Випал здійснювали за температурним режимом, близьким до заводського. Максимальна температура випалу 960 ± 10 °С. Цементно-піщані зразки виготовляли із портландцементу марки 400 без добавок виробництва ВАТ “Миколаївцемент” та піску Ясинецького родовища номінального складу 1:3,5 за масою. Вміст води вибирався так, щоб забезпечити рухливість розчину, яку оцінювали осадкою конуса 3–4 см. Такі розчини вкладали в конусні дерев'яні форми, утрамбовували і після тверднення виймали. Набір міцності забезпечувався місячною витримкою в ваннах, заповнених дерев'яною насиченою водою стружкою.

Дослідження під тиском води проводили за стандартною методикою визначення водонепроникності бетонів. Керамічні і цементно-піщані зразки вкладали в металеві кільця, бокову поверхню контакту між зразками і кільцями герметизували цементно-піщаними розчинами, які отримали назву в будівництві “плаги” і їх застосовують як швидкотверднучі розчини під час ремонту водонапірних і безнапірних труб. В обидвох випадках розміри форм для приготування зразків підбирали так, щоб після зсідання в результаті сушіння і випалу (керамічні зразки) чи після зсідання через тверднення (цементно-піщані зразки) зразки щільно входили в внутрішню частину металевих кілець.

Коли герметизуючі замазки затверділи, зразки з металевими кільцями попередньо занурювали на десять хвилин у п'ятипроцентний розчин хлористого кальцію чи вапна. Після висушування вкладали в ванночки з розробленими багатокомпонентними розчинами і матеріалом AQUAFIN – F. Після повного насичення відповідними матеріалами зразки виймали з ванночок, підсушували протягом трьох – чотирьох діб і встановлювали в тримачі приладу визначення водонепроникності бетонів.

Зразки, у яких вода просочувалася через герметизуючий шар, забраковували. Тиск води плавно піднімали за одну годину, а за контрольних значень тиску витримували 10 хв. За максимального тиску зразки витримували до просочення вологи. Середнє значення результату виводили не менше ніж з трьох зразків, просочених однаковим складом. У разі розбіжних результатів, випробування повторювали на нових зразках. Для порівняння результатів використовували зразки, насичені AQUAFIN – F.

Результати дослідження керамічних і цементно-піщаних зразків після попереднього оброблення розчином CaCl_2 наведено, відповідно, в табл. 3 і 4.

Таблиця 3

Результати випробувань керамічних зразків на водонепроникність після попереднього оброблення 5 % розчином CaCl_2

№ з/п	Матеріал	Надлишковий тиск, МПа							
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16
1	Суміш № 1 К	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	53 хв, краплі
2	Суміш № 2 К	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	21 хв, краплі
3	Суміш № 1 Н	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	8 хв, краплі
4	Суміш № 2 Н	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	13 хв, краплі	--
5	AQUAFIN – F	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	42 хв., краплі

Таблиця 4

Результати випробувань цементно-піщаних зразків на водонепроникність після попереднього оброблення 5 % розчином CaCl_2

№ з/п	Матеріал	Надлишковий тиск, МПа							
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16
1	Суміш № 1 К	10 хв	10 хв	10 хв	12 хв, тече				
2	Суміш № 2 К	10 хв	8 хв, краплі						
3	Суміш № 1 Н	10 хв	7 хв, краплі						
4	Суміш № 2 Н	10 хв	10 хв	15 хв, краплі					--
5	AQUAFIN – F	10 хв	10 хв	17 хв, краплі					

Результати дослідження зразків після попереднього оброблення розчином вапна наведено, відповідно, в табл. 5 і 6.

Таблиця 5

Результати випробувань керамічних зразків на водонепроникність після попереднього оброблення 5 % розчином вапна

№ з/п	Матеріал	Надлишковий тиск, МПа							
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16
1	Суміш № 1 К	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	58 хв, краплі
2	Суміш № 2 К	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	23 хв, краплі
3	Суміш № 1 Н	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	15 хв, краплі
4	Суміш № 2 Н	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	18 хв, краплі	--
5	AQUAFIN – F	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	51 хв, краплі

Порівняння отриманих результатів та результатів (табл. 1 і 2), опублікованих у статті [2], свідчить про істотне підвищення надлишкового тиску води, який здатний витримувати керамічні та цементно-піщані зразки після попереднього оброблення розчином хлористого кальцію чи вапна. Це передусім стосується водорозчинної суміші № 1 К.

**Результати випробувань цементно-піщаних зразків на водонепроникність
після попереднього оброблення 5 % розчином вапна**

№ з/п	Матеріал	Надлишковий тиск, МПа							
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16
1	Суміш № 1 К	10 хв	10 хв	10 хв	23 хв, тече				
2	Суміш № 2 К	10 хв	8 хв, краплі						
3	Суміш № 1 Н	10 хв	7 хв, краплі						
4	Суміш № 2 Н	10 хв	10 хв	19 хв, краплі					--
5	AQUAFIN – F	10 хв	10 хв	31 хв, краплі					

Висновки

Отже, за результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що попереднє оброблення отворів у стінах розчином хлористого кальцію чи вапна підвищує ефективність відновлення горизонтальної гідроізоляції стін методом імпрегнації водорозчинними матеріалами на основі водорозчинних кремнійорганічних речовин.

Отримані гідроізолювальні рідини можна застосовувати за методом насичення перерізу стін через попередньо висвердлені отвори. Технологічно насичення може відбуватися самоналивом або під тиском за допомогою пакерів та нагнітаючих насосів. Можливим є також використання цих рідин для поверхневого оброблення стін для їх захисту у разі незначних капілярних тисків води чи для захисту від дії дощової води чи снігу завдяки її гідрофобізації з подальшим личкуванням.

Крім того, треба відзначити, що отримано, по крайній мірі, одна водорозчинна багатокомпонентна гідроізолювальна суміш, яка за здатністю витримувати надлишковий тиск води не поступається матеріалу AQUAFIN – F фірми SCHOMBURG.

Слід також відзначити, що істотна різниця між цементно-піщаними і керамічними зразками посилюється їх різним водопоглинанням. Водопоглинання керамічних зразків становило 5–6 мас. %, а цементно-піщаних – 8–9 мас. %. Також необхідно відзначити, що керамічні вироби із глини Солонського родовища містять певну кількість солей після випалу.

1. Ілів В. В., Гивлюд М. М., Котів М. В. Підвищення довговічності будівельних матеріалів і будівель кремнійорганічними речовинами // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, “Теорія і практика будівництва”. – 2002. – Вип. № 441. – С. 79–82 .2. Ілів В.В. Отримання високоефективних гідроізолювальних матеріалів на основі вітчизняної сировини // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, “Теорія і практика будівництва”. – 2006. – Вип. № 545. – С. 79–82.