

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОНИКНОСТІ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ РІДИН У МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ СТІН

© Ілів В. В., Ілів Я. В., 2018

Наведено результати дослідження проникності рідин виробництва ЗДП “Кремнійполімер” та розроблених сумішей із водорозчинних рідин для їх застосування у відновленні вертикальної та горизонтальної гідроізоляції стін методом поверхневої імпрегнації, заливанням в попередньо висвердлені отвори та при проведенні гідроізоляційних ремонтних робіт через промокання стін. Основними гідрофобними матеріалами для отримання експериментальних гідроізолювальних рідин є розчини ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К 136-157 М; ЕТС-32; АКОР-Б100. Кремнійорганічні рідини ГКЖ-11Н та ГКЖ-11К як основні імпрегнувальні матеріали виробництва ЗДП “Кремнійполімер” не витримують надлишкового тиску води понад 0,02 МПа при випробуванні за методикою, розробленою на основі визначення водонепроникності бетонів. На основі ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К розроблено експериментальні гідроізолюючі рідини № 1 К, № 2 К, № 1 Н та № 2 Н.

Всі розроблені дослідні суміші (№ 1 К, № 2 К, № 1 Н, № 2 Н), так як і AQUAFIN-F, володіють достатньою проникністю в керамічні стінові матеріали та в цементно-піщані зразки, що моделюють мурувальний розчин. Проникність до цементно-піщаних зразків є навіть дещо трохи вищою порівняно із керамічними зразками. Це, очевидно, можна пояснити тим, що, по-перше, цементно-піщані зразки мають більш розвинену систему пор порівняно з керамічними зразками; по-друге, шорсткість стінок пор є також різною.

Дещо вищою також є проникність розроблених водорозчинних сумішей (№ 1 К, № 2 К, № 1 Н, № 2 Н) порівняно з емульсійними чи частково розчинними у воді (мікроемульсія 136-157М (6 %), ЕТС-32, АКОР Б-100), що, очевидно, можна пояснити нижчим значенням кінематичної в'язкості.

Ключові слова: вертикальна і горизонтальна гідроізоляція, капілярний тиск води, кремнійорганічні рідини, проникність, технологічна схема нанесення, поверхнева імпрегнація, гідрофобний ефект, гідроізоляційні ремонтні роботи, кінематична в'язкість, керамічні та в цементно-піщані зразки.

V. Iliv, Y. Iliy

Lviv Polytechnic National University,
Department of building production

INVESTIGATION OF BROADBAND OF SILICON-ORGANIC LIQUIDS IN MATERIALS FOR RECEIPT OF VERTICAL AND HORIZONTAL WATER ISOLATION OF WALLS

© Iliv V., Iliy Y., 2018

The article presents the results of the study of the permeability of liquids produced by ZDP “Kremniypolimer” and developed mixtures of water-soluble liquids for their use in restoring vertical and horizontal waterproofing of walls by surface impregnation, by pouring

into pre-drilled holes and during waterproofing repair works due to wetting of walls. It is also possible to use these liquids for the surface treatment of walls to protect them at low capillary pressures, water or protection from the effects of rain or snow because of their hydrophobic with followed coating. The main hydrophobic materials for obtaining experimental waterproofing fluids are solutions GKZ-11N and GKZ-11K 136-157 M; ETS-32; AKOR-B100. The silicon organic fluids GKZ-11N and GKZ-11K, as the main impregnating materials produced by SDP "Kremniypolimer", do not withstand excess pressure of water more than 0,02 MPa when tested in a technique developed on the basis of determination of waterproofness of concrete. On the basis of GKZ-11N and GKZ-11K experimental waterproofing fluids No. 1 K, № 2 K, No. 1 N and No. 2 N were developed.

All developed experimental mixtures No. 1 K, No. 2 K, No. 1 N, No. 2 N), as well as AQUAFIN-F, have sufficient permeability in ceramic wall materials and in cement-sand samples that simulate a mortar. The penetration of cement-sand samples is even slightly higher compared to ceramic samples. This, obviously, can be explained by the fact that firstly, cement-sand samples have a more developed pore system compared to ceramic samples; secondly, the roughness of porous walls is also different.

The permeability of developed water-soluble mixtures No. 1 K, No. 2 K, No. 1 N, No. 2 N) is slightly higher as compared to emulsion or partially soluble in water (micro emulsion 136-157M (6 %), ETS-32, AKOR B -100), which, obviously, can be explained by the lower values of kinematics viscosity.

Key words: vertical and horizontal waterproofing, capillary pressure of water, silicon organic fluids, permeability, technological scheme of application, surface impregnation, hydrophobic effect, waterproofing repair work kinematics viscosity, ceramic and cement-sand samples.

Постановка проблеми. Проблема захисту будівель від вологи є дуже актуальною, тому що всі будівлі і споруди потерпають від впливу води і хімічно агресивних рідин, що призводить до поступового руйнування конструкцій. Будівельний ринок сьогодні пропонує широкий вибір різноманітних матеріалів для захисту від негативної дії води. Це гідроізолювальні покриття, що утворюють водонепроникну плівку або захисний шар на поверхні будівельних конструкцій та гідрофобні рідинні просочення, які повністю або майже повністю всмоктуються в поверхню, надаючи їй водовідштовхувальних властивостей. Серед них рідини на основі кремнійорганічних речовин являють собою склади на основі кремнійорганічних сполук: силіконатів, силанів, силоксанів та силіконових смол. Кремнійорганічні сполуки об'єднують властивості неорганічних молекул, родинних кварцу, з властивостями органічних молекул, подібних до парафіну. Гідрофобізувальні рідини для просочення на ринок будівельних матеріалів України постачають компанії: іспанська Drizoro; німецькі Schomburg, Deitermann і Remmers; французькі Rhodia і Alpa; польська Sip; київська фірма "Адгезів Інвекс" та інші.

Ці матеріали успішно застосовують для відновлення горизонтальної ізоляції ін'єкцією в попередньо висвердлені отвори під час проведення ремонтних та гідроізоляційних робіт у старих будинках, будівлях та спорудах, що піддалися руйнівній дії води чи хімічно агресивних рідин. Крім того, за інформацією, розміщеною в технологічних інструкціях, допускається їх застосування для проведення вертикальної гідроізоляції у разі промокання стін через поганий дренаж, пухкі біля фундаментів ґрунти, пошкодження підвальної стіни; захисту свіжого тиньку або взагалі свіжо-збудованих стін; захисту зовнішньої поверхні стін від дії води чи снігу завдяки її гідрофобізації. Залежно від мети застосування і характеристики основи витрати матеріалів в середньому складають 0,2-0,5 кг/м². Допускається застосування цього матеріалу як ґрунту при розбавленні водою 1:1 з подальшим нанесенням подальших захисних шарів.

Застосування таких матеріалів для відновлення горизонтальної ізоляції ін'єкцією в попередньо висвердлені отвори чи для облаштування вертикальної гідроізоляції обмежується їх

високою вартістю, тому використання значно дешевших кремнійорганічних рідин виробництва ЗДП “Кремнійполімер” дасть змогу розширити використання цих рідин при проведенні ремонтних гідроізоляційних робіт.

Аналіз останніх досліджень. Як встановлено результатами досліджень авторів статті, водорозчинні кремнійорганічні рідини ГКЖ-11Н та ГКЖ-11К як основні імпрегнвальні матеріали виробництва ЗДП “Кремнійполімер” не витримують надлишкового тиску води понад 0,02 МПа при випробуванні за методикою, розробленою на основі визначення водонепроникності бетонів. Але дещо кращі результати отримано при випробуванні кремнійорганічних рідин 136-157М, ЕТС-32 та деяких їх аналогів [1, 2]. Автори статті розробили на основі водорозчинних речовин ГКЖ-11Н та ГКЖ-11К багатокомпонентні суміші, що за експлуатаційними властивостями не поступаються вищенаведеним іноземним аналогам [2, 3].

Мета та завдання дослідження. При продовженні дослідницької роботи з отриманими гідроізолюючими рідинами на основі продукції ЗДП “Кремнійполімер” необхідно встановити можливість та умови їх застосування для проведення робіт з отримання горизонтальної та вертикальної гідроізоляції. Для цього необхідно використати запропоновану авторами методику визначення проникності гідроізолюючих рідин.

Матеріали дослідження. Як встановлено, всі рідини, що використовуються для ремонту будівель, які піддаються дії ґрунтових та стічних вод, володіють підвищеними гідрофобними властивостями та необхідною проникністю в систему пористих тіл.

Основними гідрофобними матеріалами для отримання експериментальних гідроізолюючих рідин є розчини ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К; 136-157 М; ЕТС-32; АКОР-Б100. Виробник ЗДП “Кремнійполімер” дає їм таку характеристику.

ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К – це водний чи водно-спиртовий розчини метилсиліконату натрію та калію.

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

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 у перерахунку на NaOH, % на KOH, %	13–17	16–29
Масова частка нелетких речовин, %	25–35	39–52
Густина при 20°С, г/см ³	1,17–1,23	1,12–1,30

На основі ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К розроблено експериментальні гідроізолюючі водорозчинні рідини No. 1 К, No. 2 К, No. 1 Н та No. 2 Н, що володіють такими технічними властивостями (табл. 2) [2].

Крім того, використовували заводські матеріали з характеристиками, поданими виробником:

Гідрофобізуюча рідина 136-157М

Характеристика:

Рідина 136-157М малої в'язкості, безколірна або блідо-жовтого забарвлення олива, що являє собою метилгідридсилоксановий полімер. Добре розчиняється в ароматичних і хлорованих вуглеводах, легко переходить у желеподібний стан при дії амінів, аміноспиртів, сильних кислот і лугів. Не розчиняється в нижчих спиртах і у воді.

Фізико-хімічні властивості:

Вміст активного водню, %	1,5–1,8
Кінетична в'язкість при температурі 20 °С, сСт	10–80
Реакція середовища (рН водної витяжки)	6–7
Гідрофобна здатність, год, не менше	3

Таблиця 2

Технічні властивості експериментальних гідроізолюючих 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 здатності стіни, встановлюють методом проби, але не менше за 15–20 кг/м ² поперечного перетину

Застосування:

Рідина 136-157М призначена для гідрофобізації тканин, паперу і шкіри, покращення вологостійкості азбоцементних і гіпсокартонних плит, керамічних матеріалів, фарфорових і скляних ізоляторів та будівельних матеріалів, приготування антиадгезійних мастик, для склоформівних поверхонь. Для зручності застосування виготовляють водну емульсію ГКЕ-50-94М, при розбавленні якої утворюються робочі емульсії необхідної концентрації. Гідрофобне покриття рідиною 136-157М та її водною емульсією не перешкоджає нормальному повітрообміну, не змінює вигляду матеріалу, сприяє зменшенню забрудненості фактурного шару і збільшує термін його експлуатації. Крім того, це покриття перешкоджає зниженню теплоізоляційних властивостей матеріалу, володіє доброю стійкістю до дії різних факторів, зокрема до почергового замерзання і відмерзання, та стійке до дії ультрафіолетових та інфрачервоних променів, перемінного зволоження і висихання. Після обробки будівельні конструкції не піддаються руйнівній дії мохів і лишайників.

Полімерний тампонажний матеріал АКОР-Б100

Фізико-хімічні властивості АКОР-Б100:

Густина, г/см ³	0,98–1,10
Динамічна в'язкість, МПа·с	1–10
Температура замерзання, °С	-50
Частка осаду у разі розбавлення водою в співвідношенні 1:3, %	не більше 6,8
Час гелеутворення при 100°С і співвідношенні АКОР-Б100: вода = 1: 3	1,3–5 год.

Використання АКОР-Б100:

Ремонтно-ізоляційні роботи у зневоднених свердловинах з температурою від 10 до 120 °С (допускається до 150 °С), закріплення ґрунту і гідроізоляція.

Етилсилікат–32

Характеристика:

Прозора, зі слабким запахом ефіру рідина, яка являє собою суміш тетраетоксисилану і поліетоксисилоксиланів.

Фізико-хімічні властивості:

Оптична густина при довжині хвилі:		
	400 нм,	не більше 2,5
	670 нм,	не більше 0,4
Масова частка хлористого водню		не більше 0,1 %
Масова частка етилового спирту		не більше 2,0 %

Масова частка тетраетоксисилану	не менше 50 %
Масова частка двооксиду вуглецю	30 – 31 %
Густина при 20 °С	0,955 – 0,990 г/см ³
Температура замерзання	нижче -60 °С
Температура спалаху:	
– у відкритому тиглі	не менше 83 °С
– у закритому тиглі	не менше 38 °С
Температура самозаймання	240 °С

Розчинність:

Добре розчиняється в толуолі, бензолі, повністю змішується з етиловим спиртом. Повільно гідролізується водою.

Застосування:

Як компонент негорючих фарб, як в'язуче для виготовлення стрижнів, що піддаються дії високих температур, в ливарній промисловості і металургії. В текстильній промисловості – для безусадкової обробки вовняних тканин, зменшення усадки килимових виробів і надання їм стійкості до гниття і дії пилу. В будівництві – для створення гідрофобних будівельних матеріалів, обробки пофарбованих поверхонь, просочування бетону з метою зменшення його пористості, для одержання кремнійсилікату і кислотостійкого цементу. В скляній і керамічній промисловості – для просвітлення оптичного скла, для нанесення світлорозсіювального шару на балони електроламп. Застосовується як зв'язка у виготовленні керамічних мас, стійких до агресивних середовищ, що мають високі механічну стійкість, термостійкість і діелектричні властивості; для виготовлення високоопірних матеріалів, що витримують температуру до 1750 °С і навантаження понад 127 кгс/см². У лакофарбовій промисловості використовують як добавки, що утворюють швидковисихаючі, термо- і водостійкі плівки зі стійким блиском.

У будівництві широко використовують низькомолекулярні кремнійорганічні полімери у вигляді рідин для надання гідрофобних властивостей поверхням із різних будівельних матеріалів. Ці рідини нетоксичні і зручні у користуванні. Застосування ГКЖ-94 обмежується високою вартістю рідини та її нерозчинністю в воді, що ускладнює процес отримання робочих розчинів, їх транспортування та зберігання. Частіше застосовують ГКЖ-10 або ГКЖ-11.

Наявність зв'язку -Si-O-, який є полярним, надає плівкам з кремнійорганічних полімерів гідрофобності. Цей процес відбувається внаслідок взаємодії активних груп кремнійорганічних полімерів із гідроксильними групами, що входять до складу матеріалу, на який наноситься кремнійорганічний полімер, або з водою, адсорбованою на поверхні будівельного матеріалу. Відбувається орієнтація кремнійорганічних молекул у плівці: органічний радикал орієнтований у бік навколишнього середовища, а зв'язок -Si-OH – до поверхні матеріалу, внаслідок чого утворюється захисна плівка.

Методика дослідження. Одним із важливих аспектів застосування кремнійорганічних рідин для відновлення горизонтальної гідроізоляції будівель методом ін'єкції в попередньо висвердлені отвори чи вертикальної гідроізоляції нанесенням на поверхню стіни є їх висока проникна здатність, яка обернено пропорційна значенню їх текучості і, відповідно, кінематичної в'язкості та крайового кута змочування.

Такі матеріали повинні проникати в пори і перекривати доступ до них води, тому розроблені матеріали разом із AQUAFIN-F досліджували на проникність до будівельних матеріалів. AQUAFIN-F використовували в дослідженнях як своєрідний еталон для порівняння.

Як досліджувані зразки використали рядову керамічну повнотілу цеглу та відформовані із цементно-піщаної суміші зразки з розмірами цегли (250 × 125 × 65 мм). Цементно-піщані зразки виготовляли за технологією, описаною раніше [2]. Різниця між водопоглинанням керамічних цеглин не перевищувала 1 мас. %, що встановлювалося попередніми випробуваннями за стандартною методикою. Обидва матеріали зразків моделюють кладку стін.

Для дослідження застосовано таку методику. До ванночок наливали відповідну кремнійорганічну рідину, яку перевіряли, після чого до ванночки на торець встановлювали цеглину. Рідину наливали так, щоб цеглина занурювалася на 5–8 см. Просочення керамічних і цементно-піщаних зразків відбувалося протягом доби. Після завершення насичення на зразку позначали рівень занурення в досліджувану речовину, і зразок виймали із ванночки. Після висихання зразків поверхню їхніх бокових граней досліджували на гідрофобність краплями води, наносячи їх піпеткою. Контрольним результатом було значення віддалі від рівня замочування до краю, на якому спостерігали гідрофобний ефект [2].

Результати дослідження. За технологією проведення ремонтних робіт з відновлення горизонтальної гідроізоляції пошкоджених фундаментів та стін будівель методом ін'єкції у попередньо висвердлені отвори віддалі між отворами при свердлінні повинна становити орієнтовно 14–15 см, а зони просочення двох сусідніх отворів мають перекривати одна одну. З використанням кремнійорганічних рідин для облаштування вертикальної гідроізоляції глибина проникнення повинна бути якнайбільшою.

Результати випробувань керамічних зразків на наявність ознак гідрофобності після насичення кремнійорганічними рідинами подано в табл. 3.

Таблиця 3

Результати випробувань керамічних зразків на гідрофобність

№ з/п	Матеріал	Віддаль між межею занурення та межею гідрофобності в см після				
		2 год	3 год	5 год	12 год	24 год
1	Суміш № 1 К	14,5	15,0	16,0	16,0	16,0
2	Суміш № 2 К	14,0	14,0	14,5	15,0	15,0
3	Суміш № 1 Н	14,0	14,5	14,5	15,5	15,5
4	Суміш № 2 Н	13,5	13,5	14,0	14,5	14,5
5	Мікроемульсія 136-157М (6 %)	13,7	13,9	14,5	14,8	14,9
6	ЕТС-32	13,1	13,4	13,7	14,0	14,1
7	АКОР Б-100	13,3	13,5	14,1	14,3	14,3
5	AQUAFIN-F	14,5	15,0	15,5	16,0	16,0

Як видно із наведених результатів, всі розроблені на основі ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К дослідні суміші № 1 К, № 2 К, № 1 Н та № 2 Н, як і AQUAFIN-F, характеризуються достатньою проникністю до керамічних стінових матеріалів.

Дещо вищою також є проникність розроблених водорозчинних сумішей (№ 1 К, № 2 К, № 1 Н, № 2 Н) порівняно з емульсійними чи частково розчинними в воді: мікроемульсією 136-157М (6 %), ЕТС-32, АКОР Б-100, що, очевидно, можна пояснити нижчим значенням сили поверхневого натягу та кінематичної в'язкості у водорозчинних сумішах.

Результати випробувань цементно-піщаних зразків на наявність ознак гідрофобності після насичення кремнійорганічними рідинами подано в табл. 4.

Як видно із наведених результатів, всі розроблені дослідні суміші, як і AQUAFIN-F, також характеризуються достатньо високою проникністю в цементно-піщані зразки. Проникність порівняно із керамічними зразками є навіть дещо вищою. Це, очевидно, можна пояснити тим, що, по-перше, цементно-піщані зразки мають більш розвинену систему пор порівняно з керамічними зразками; по-друге, шорсткість стінок пор є також різною.

Дещо вищою також є проникність розроблених водорозчинних сумішей (№ 1 К, № 2 К, № 1 Н, № 2 Н) порівняно з емульсійними чи частково розчинними у воді (мікроемульсія 136-157М (6 %), ЕТС-32, АКОР Б-100), що, очевидно, як і для керамічних зразків, можна пояснити нижчим значенням сили поверхневого натягу та кінематичної в'язкості у водорозчинних сумішах.

Результати випробувань цементно-піщаних зразків на гідрофобність

№ з/п	Матеріал	Віддаль між межею занурення та межею гідрофобності в см після				
		2 год	3 год	5 год	12 год	24 год
1	Суміш № 1 К	15,5	15,5	16,5	16,5	17,0
2	Суміш № 2 К	15,0	15,0	15,5	16,0	16,0
3	Суміш № 1 Н	15,0	15,5	15,5	16,5	16,5
4	Суміш № 2 Н	14,0	14,5	15,0	15,5	15,5
5	Мікроемульсія 136-157М (6 %)	14,6	14,9	15,4	15,7	15,8
6	ЕТС-32	14,1	14,2	14,8	14,9	14,9
7	АКОР Б-100	14,3	14,5	15,1	15,3	15,3
8	AQUAFIN-F	15,5	16,0	16,5	17,0	17,0

Висновки. Розроблені склади дослідних сумішей No. 1 К, No. 2 К, No. 1 Н та No. 2 Н набувають необхідних значень проникності в керамічні і цементно-піщані матеріали. Тому їх можна ефективно застосовувати як гідрофобізуючі рідини при відновленні горизонтальної ізоляції методом ін'єкції в попередньо висвердлені отвори чи для облаштування вертикальної гідроізоляції при проведенні ремонтно-гідроізоляційних робіт у старих будинках, будівлях та спорудах, що піддалися руйнівній дії води чи хімічно агресивних рідин. А також і для надання стійких водовідштовхуючих властивостей стіновим конструкціям для їх довготривалої експлуатації в умовах постійного надлишкового зволоження під час будівництва за наявності капілярного підтягування ґрунтових вод та високого зволоження талою та дощовою водою.

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. – № 441. – С. 79–82. 2. Ілів В. В. / Отримання високоефективних гідроізолюючих матеріалів на основі вітчизняної сировини // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" "Теорія і практика будівництва". – 2006. – No. 545. – С. 79–82. 3. Ілів В. В., Назаревич Б. Л. / Дослідження кремнійорганічних речовин виробництва ВАТ "Кремніполімер" // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" "Теорія і практика будівництва". – 2007. – № 602. – С. 76–80.

References

1. Iliv V. V., Hivlyud M. M., Kotiv M. V. / *Pidvytshennia dovgovichnosti budivelnyzh materialiv i budivel kremniyorganichnyu rehovynamy [Increase durability of building materials and building silicon substances] // Proceedings of the National University "Lviv Polytechnic", "Theory and practice of construction."* Vol. Number 441. – 2002. – S. 79–82. [In Ukrainian]. 2. Iliv V. V. / *Otrymannia vysokoeffektyvnyzh gidroizoluucziykh materialiv na osnovi vitchyznianoj syrovyny [Getting a highly efficient waterproofing materials based on domestic raw materials] // Proceedings of the National University "Lviv Polytechnic", "Theory and practice of construction."* Vol. Number 545. – 2006. – P. 79–82. [In Ukrainian]. 3. Iliv V. V., Nazarewicz B. L. / *Doslidzennia kremniyorganichnyzh rehovyn vyrobnytztva VAT "Kremnipolimer" [Study silicon compounds produced by OJSC "Kremnipolimer"] // Proceedings of the National University "Lviv Polytechnic", "Theory and practice of construction"* . Vol. Number 602. – 2007. – P. 76–80. [In Ukrainian].