

## ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ СТІН ІЗ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ РІДИН ТА СУМІШЕЙ НА ЇХ ОСНОВІ

© Ілів В. В., Гивлюд М. М., Ілів Я. В., 2016

Наведено результати дослідження рідин виробництва ЗДП “Кремнійполімер” з метою їх застосування для отримання чи відновлення вертикальної гідроізоляції стін методом поверхневої імпрегнації та при проведенні гідроізоляційних ремонтних робіт у разі промокання стін.

Завдяки поетапному обробленні поверхонь за технологічною схемою нанесення в декілька операцій (в основному 3–4) “мокрим” по “мокрому” спочатку ГКЖ-11Н чи ГКЖ-11К, а потім ЕТС-32, Акор-Б100 чи емульсією 136-157М можна надати будівельним конструкціям стійкого гідрофобного ефекту на довгий термін.

Між кремнійорганічними рідинами відбувається взаємодія за схемами з активним воднем у рідині 136–157М та залишковими групами кремнієвої кислоти після гідролізу ЕТС-32 та Акор-Б100.

При цьому довжина кремнійорганічного ланцюга зростає. Швидко утворюється осад, що перекриває переріз пор у стіновому матеріалі, а виділення газоподібного водню створює певний тиск у порах, що допомагає фіксувати кремнійорганічну полімерну плівку на стінках пор.

Можна також використовувати ці рідини для поверхневої обробки стін для їх захисту при незначних капілярних тисках води чи для захисту від дії дощової води чи снігу завдяки їх гідрофобізації з подальшим личкуванням.

Ключові слова: вертикальна гідроізоляція, капілярний тиск води, кремнійорганічні рідини, технологічна схема нанесення, поверхнева імпрегнація, гідрофобний ефект, гідроізоляційні ремонтні роботи.

This article presents the results of a study liquids production ZDP “Kremniypolimer” for their application for obtaining or renewal of vertical waterproofing by surface impregnation and waterproofing during repair work through getting wet walls.

Through gradual cutting surfaces in the technological scheme drawing in several operations (mostly 3–4) “wet” on “wet” first HKZH-11N or HKZH-11K and ETS-32, AKOR-B100 or emulsion 136–157 M can provide sustainable building designs hydrophobic effect in their long-term use.

Between silicon fluids interact schemes to active hydrogen in liquid 136-157M and residual groups of silicon acid after hydrolysis ETS-32 and AKOR-B10

The length of silicone chain increases. Quickly precipitate formed, which covers the section of pores in the wall material, and the allocation of hydrogen gas creates a pressure in the pores, helping to fix the silicone polymer film on the pore 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.

Key words: vertical waterproofing, capillary pressure water, silicone fluid, flow sheet drawing, surface impregnation, hydrophobic effect, waterproofing repairs.

**Постановка проблеми.** Виробництво кремнійорганічних речовин, відомих за кордоном за назвою “силікони”, з кожним роком збільшується, що зумовлено розширенням їх застосування в

різноманітних областях економічної діяльності. Про важливість хімічних речовин цього класу свідчить назва першого наукового парку як прикладу нової форми організації науково-інноваційного процесу після Другої світової війни. Його створили в 1949 році на базі Стенфордського університету в США (штат Каліфорнія) за назвою “Силіконова долина”. Ідея створення цього технопарку була проста: здати ділянку університетської землі в оренду компаніям для розміщення там їхніх науково-дослідних підрозділів, що об’єднувалися в комплекс з університетськими лабораторіями і дослідними групами для розробок у сферах передових технологій [1].

Силікони (поліорганосилоксани) – кисневмісні високомолекулярні кремнійорганічні з’єднання з хімічною формулою  $[R_2SiO]_n$ , де R – органічна група (метильна, етильна або фенольна). Силікони мають будову у вигляді основного неорганічного кремній-кисневого ланцюга (-Si-O-Si-) з приєднаними до атомів кремнію бічними органічними групами. У деяких випадках бічні органічні групи можуть з’єднувати разом дві або більше кремнійорганічних ланцюгів. Варіюючи довжину основного кремнійорганічного ланцюга, бічні групи і перехресні зв’язки, можна синтезувати силікони з різними властивостями.

Для надання стійкого гідрофобного ефекту робочій поверхні будівельних конструкцій та будівельним матеріал застосовують силіконові рідини та препарати на їх основі.

Сьогодні понад 2/3 світової продукції хімічної промисловості, зокрема силіконів, виробляють у розвинених країнах і лише близько 1/3 – у країнах, що розвиваються. При цьому потрібно враховувати і те, що багато хімічних підприємств у країнах Азії, Африки та Латинської Америки фактично належать найбільшим транснаціональним компаніям західних країн, таким як “DuPont”, “Dow chemikl”, “Union carbayd” (США); “Bayer”, BASF, “Hoechst”, “Henkel” (ФРН); “Imperial chemikl indastriz” (Великобританія), “Ron-Poulenc” “L’Oréal” “Elf-Akuten”, “Saint-Gobain-Pont-a-Musson” (Франція); “Siba-Heuyh”, “Hoffman-La Roche” (Швейцарія); “Montedison”, “ENI” (Італія) тощо. Їх продукція переважно і є сировиною для виробництва “будівельної хімії” для боротьби з вологою такими спеціалізованими компаніями, як Dow corning, BlueStar silicones, Momentive (США); Schomburg, Remmers, Deitermann, Waker-chemie, Bayosan, Evonik Industries (Німеччина); Rhodia (Франція); Kerakoll, BRB International BV (Нідерланди); Drizoro (Іспанія); Govi Belgium (Бельгія); SIP, ZOOB (Польща) тощо. Деякі з цих компаній є дочірніми підприємствами відомих транснаціональних компаній.

Сьогодні кремнійорганічні сполуки, насамперед силіконові рідини, знайшли широке використання в будівництві для отримання препаратів, здатних надавати водовідштовхувальних властивостей будівельним матеріалам, виробам та конструкціям. На ринку України реалізується достатньо велика кількість як вітчизняних, так і імпортованих гідроізолювальних матеріалів, зокрема кремнійорганічних рідин, які поділяються переважно за ступенем розчинності у воді, особливостями виробництва та застосування на групи:

1. Водорозчинні препарати, переважно на основі метил- і етилсиліконатів калію чи натрію: AQUAFIN - F (Schomburg); AIDA - KIESOL (Remmers); ADEXIN - HS (Deitermann); WAKER BS 15, WAKER BS 20 (Waker-chemie); RHODORSIL SILICONATE 51T (Rhodia); ANHYDROSIL - K, ANHYDROSIL - KT/K (SIP).

2. Препарати на основі водних емульсій олігомерів чи полімерів силоксанів та силанів: AQUAFIN - FS (Schomburg); ADEXIN - HS 2, DIETEROL - SLF (Deitermann); WAKER BS 43, WAKER BS 46, WAKER SMK 550 (Waker-chemie); RHODORSIL EMULSION 879, RHODORSIL H 68 (Rhodia); SARSIL ME - 25 (SIP).

3. Препарати на основі розчинів силоксанових та силанових олігомерів чи полімерів в органічних розчинниках: DIETEROL - S (Deitermann); WAKER BS 28, WAKER 090 L (Waker-chemie); RHODORSIL H 224, RHODORSIL H 240, RHODORSIL H 4518 (Rhodia); IZOMUR (ZOOB); SARSIL H - 14/2, SARSIL H - 14/R, SARSIL H - 15 (SIP).

4. Препарати, які виробляються у вигляді суміші кремнійорганічних речовин без розчинників, наприклад, силоксанів з силанами, але при безпосередньому використанні переважно розбавляються до необхідної концентрації розчинниками - WAKER 280, WAKER 290, WAKER BS 44 (WAKER).

Вітчизняними аналогами таких матеріалів є продукція ЗДП “Кремнійполімер”, які використовуються в будівництві для надання водовідштовхувальних властивостей робочій поверхні будівельних матеріалів [1]. Але українські виробники не продукують матеріалів такого класу речовин, які надають можливість поновлення гідроізоляції стін та фундаментів. Наприклад, при поверхневому обробленні будівельних конструкцій вони не надають їм стійкої гідрофобності і тому не можуть виконувати роль вертикальної гідроізоляції під час нового будівництва, а також ремонту старих будівель та споруд.

**Аналіз останніх досліджень.** Як встановлено попередніми дослідженнями, рідини ГКЖ-11 Н та ГКЖ-11 К як основні імпрегнвальні матеріали ЗДП “Кремнійполімер” не витримують надлишкового тиску води 0,02 МПа при дослідженні за методиками, розробленими на основі стандартних методик визначення водонепроникності черепиці та бетонів. Але дещо кращі результати отримано при випробуванні 136-157 М, ЕТС-32, ЕТС-40 та їх аналогів [2]. Однак стійкість такого гідрофобного ефекту в часі не є достатньою.

**Мета досліджень.** При продовженні науково-дослідницької роботи з отримання гідроізолювальних рідин на основі продукції ЗДП “Кремнійполімер” необхідно встановити можливість та умови їх застосування як для отримання вертикальної гідроізоляції при проведенні ремонтних робіт у давно експлуатованих будинках, будівлях та спорудах, так і для надання стійких водовідштовхувальних властивостей стіновим конструкціям для їх довготривалої експлуатації в умовах постійного надлишкового зволоження. Для цього необхідно використати розроблені авторами методики, наведені в статтях [2, 3]. Ці методики, як уже згадувалося вище, ґрунтуються на стандартних методиках визначення водонепроникності черепиці та бетонів.

**Викладення основного матеріалу.** Як встановлено, всі матеріали, що використовуються для ремонту будівель, які піддаються дії ґрунтових та стічних вод, володіють підвищеними гідрофобними властивостями.

Основними гідрофобними матеріалами виробництва ЗДП “Кремнійполімер” для отримання експериментальних гідроізолюючих рідин є розчини ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К; 136-157 М; ЕТС-32; АКОР-Б100, що володіють наступними властивостями та мають відповідні області застосування.

ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К являть собою водні чи водно-спиртові розчини метилсиліконату натрію та калію, фізико-хімічні властивості яких наведено в табл. 1.

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 <sup>3</sup>	1,17–1,23	1,12–1,30

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

На основі водорозчинних ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К розроблено експериментальні гідроізолюючі рідини № 1 К, № 2 К, № 1 Н та № 2 Н, які володіють такими технічними властивостями (табл. 2) [2]. Встановлено, що такі рідини витримують надлишковий тиск води щонайменше 0,14 МПа для

стінових конструкцій з керамічної цегли. Крім того, використовували заводські матеріали з характеристиками, поданими виробником.

### Гідрофобізуюча рідина 136-157М

#### Характеристика:

Рідина 136-157М малої в'язкості, безбарвна 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 в воді.

Таблиця 2

#### Технічні властивості розроблених 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 <sup>3</sup>
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 ніж 15–20 кг/м <sup>2</sup> поперечного перерізу

#### 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

#### 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 її розбавленні 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, воно перешкоджає зниженню теплоізоляційних властивостей матеріалу, стійке до дії різних факторів, зокрема до поперемінного замороження і відтоплення, 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 <sup>3</sup>	0,98–1,10
Динамічна в'язкість, МПа·с	1–10
Температура замерзання, °С	–50
Частка осаду при розбавлення водою в співвідношенні 1:3, %	не більше 6,8
Час гелеутворення при 100 °С у 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, з 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 <sup>3</sup>
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:

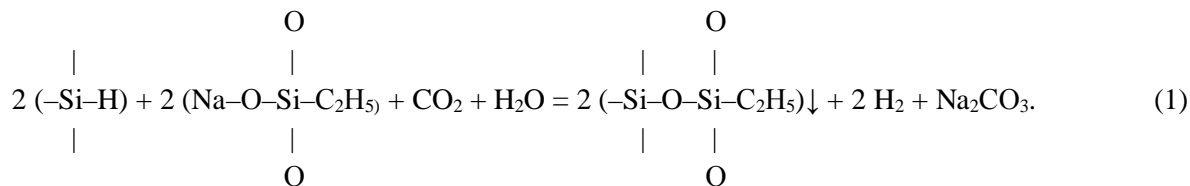
Як компонент негорючих фарб, як в'язуче для виготовлення стрижнів, що піддаються дії високих температур, у ливарній промисловості і металургії. В текстильній промисловості – для безусадкової обробки шерстяних тканин, зменшення усадки килимових виробів і надання їм стійкості до гниття і дії пилу. В будівництві – 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 провітлення 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; у виготовленні високоопірних матеріалів, що витримують температуру до 1750 °С і навантаження понад 127 кгс/см<sup>2</sup>. У лакофарбовій промисловості використовують як добавки, що утворюють швидко-висихаючі, термо- і водостійкі плівки з стійким блиском.

Деякі закордонні виробники рекомендують обробляти поверхню при проведенні робіт з отримання вертикальної гідроізоляції чи надання будівельним конструкціям стійкого гідрофобного ефекту рідинами, що містять кремнійорганічні сполуки, в декілька операцій (в основному 3–4) “мокрим” по “мокрому”, тобто кожен наступний шар наноситься до висихання попереднього після всмоктування рідини в стіну. При цьому рекомендують підвищувати концентрацію препарату з кожним наступним шаром. Наприклад, першим шаром наносять матеріал, розбавлений 1:5, другий – 1:1, а третій – нерозбавленим.

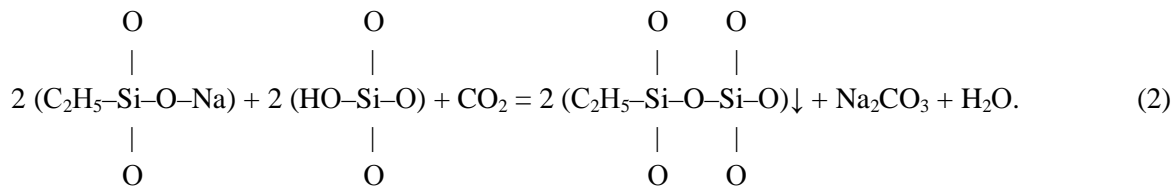
Крім того, певний інтерес є в поетапному обробленні поверхонь за такою схемою водорозчинними речовинами, що гарно просочують стінові матеріали, але не витримують високого тиску води, а потім тими, що володіють вищою водостійкістю, тобто спочатку ГКЖ-11Н чи ГКЖ-11К, а потім ЕТС-32, Акор-Б100 чи емульсією 136–157М. Між ними відбувається взаємодія за схемами (1) та (2) за активним воднем у рідині 136–157М, залишкових групах кремнієвої кислоти після гідролізу ЕТС-32 та Акор-Б100, основним компонентом якого є ЕТС-32 тощо.

При цьому довжина кремнійорганічного ланцюга зростає та швидко утворюється осад, що перекриває переріз пор у стіновому матеріалі, а виділення газоподібного водню створює певний тиск у порах, що допомагає фіксувати кремнійорганічну полімерну плівку на стінках пор.

У випадку наявності активного водню реакція проходить за схемою:



А в випадку залишку груп кремнієвої кислоти реакція проходить за схемою:



Тому на наступному етапі керамічні та цементнопіщані зразки поетапно промашувалися ГКЖ-11Н чи ГКЖ-11К та потім ЕТС-32, Акор-Б100 чи емульсією 136-157М, висушувались та піддавались дослідженню під тиском води, результати яких наведено в табл. 3 та 4. Зразки промашувалися пензлем “мокрим” по “мокрому” першим шаром ГКЖ-11Н чи ГКЖ-11К, розбавленого 1:5, другим – 1:1 та третім – нерозбавленим матеріалом, потім аналогічно шарами ЕТС-32, Акор-Б100 чи емульсією 136-157, після висихання досліджували. Для порівняння результатів треба пам’ятати, що ГКЖ-11Н та ГКЖ-11К не витримують надлишкового тиску 0,02 МПа.

Таблиця 3

**Результати випробувань керамічних зразків на водонепроникність після поверхневого поетапного оброблення матеріалами**

№ з/п	Матеріал	Надлишковий тиск, МПа							
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
1	ЕТС-32	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	7 хв, краплини
2	Емульсія 136-157М	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	9 хв, краплини	--	--	--
3	Акор-Б100	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	5 хв, краплини
4	ГКЖ-11Н + ЕТС-32	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	24 хв, краплини
5	ГКЖ-11К + ЕТС-32	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	38 хв, краплини
6	ГКЖ-11Н + 136-157М	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	26 хв, краплини	--	--	--
7	ГКЖ-11К + 136-157М	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	14 хв, краплини	--	--
8	ГКЖ-11Н + Акор-Б100	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	27 хв, краплини
9	ГКЖ-11К + Акор-Б100	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	43 хв, краплини

Порівняння отриманих результатів (табл. 3 та 4) показує, що значення надлишкового тиску води, який здатні витримувати керамічні і цементно-піщані зразки після поетапного оброблення різними кремнійорганічними речовинами, навіть є вищим від одноетапного оброблення ЕТС-32, Акор-Б100 чи емульсією 136-157М та не поступається за результатом обробленню експериментальними гідроізолюючими рідинами № 1 К, № 2 К, № 1 Н і № 2 Н. Це насамперед стосується зразків після первинного оброблення ГКЖ-11К.

Таблиця 4

**Результати випробувань цементно-піщаних зразків на водонепроникність після поверхневого поетапного оброблення матеріалами**

№ з/п	Матеріал	Надлишковий тиск, МПа						
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14
1	ЕТС-32	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	5 хв, краплини
2	Емульсія 136-157М	10 хв	1 хв, краплини	--	--	--	--	--
3	Акор-Б100	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	2 хв, краплини
4	ГКЖ-11Н + ЕТС-32	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	25 хв, краплини
5	ГКЖ-11К + ЕТС-32	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	37 хв, краплини
6	ГКЖ-11Н + 136-157М	10 хв	21 хв, краплини					
7	ГКЖ-11К + 136-157М	10 хв	10 хв	5 хв, краплини				
8	ГКЖ-11Н + Акор-Б100	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	19 хв, краплини
9	ГКЖ-11К + Акор-Б100	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	10 хв	28 хв, краплини

**Висновки.** Завдяки поетапному обробленні поверхонь за схемою нанесення в декілька операцій (переважно 3–4) “мокрим” по “мокрому” спочатку ГКЖ-11Н чи ГКЖ-11К, а потім ЕТС-32, Акор-Б100 чи емульсією 136-157М, можна надати будівельним конструкціям стійкого гідрофобного ефекту при їх довготривалій експлуатації. Тому оброблення за такою схемою можна використати як для отримання вертикальної гідроізоляції при проведенні ремонтних робіт у давно експлуатованих будинках, будівлях та спорудах, так і для надання стійких водовідштовхувальних властивостей стіновим конструкціям в умовах довготривалої експлуатації та постійного надлишкового зволоження при будівництві в умовах наявності капілярного підтягування ґрунтових вод та високого зволоження талою та дощовою водою.

Щодо суттєвої різниці між цементно-піщаними і керамічними зразками, то водопоглинання керамічних зразків становило 5–6 мас. %, а цементно-піщаних – 8–9 мас. %. Необхідно зазначити, що керамічні вироби із глини Солонського родовища містять певну кількість солей після випалу, що здатні зв'язувати кремнійорганічні речовини.

1. Стеченко М. Д. *Інноваційні форми регіонального розвитку*. – К.: Вища школа, 2002. – 252 с.
2. Ілів В. В., Назаревич Б. Л. / *Дослідження кремнійорганічних речовин виробництва ВАТ “Кремнійполімер” // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка” “Теорія і практика будівництва”*. – 2007. – № 602. – С. 76–80.
3. 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.