

Оксана ЗОЛОТАРЬОВА

КРЕМНІЙОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ ДЛЯ ГІДРОФОБІЗАЦІЇ НЕРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Представлено результати оцінки ефективності застосування та обґрунтовано оптимальні концентрації кремнійорганічних сполук для просочення нерудних матеріалів для їх гідрофобізації.

Ключові слова: кремнійорганічні сполуки, гідрофобізація, водопоглинання.

Золотарева О. Кремнийорганические соединения для гидрофобизации нерудных материалов. Изложены результаты оценки эффективности использования и обоснованы оптимальные концентрации кремнийорганических соединений для пропитки нерудных материалов для их гидрофобизации.

Ключевые слова: кремнийорганические соединения, гидрофобизация, водопоглощение.

Постановка проблеми. Природний камінь широко використовується в будівництві переважно зовні будівель і споруд завдяки міцності, довговічності та унікальній декоративності. Постійний контакт його поверхні з агресивними чинниками навколишнього середовища викликає поступове погіршення експлуатаційних і декоративних властивостей унаслідок процесів корозії. Вирішення цієї проблеми можливе шляхом застосування в матеріалах і конструкціях полімерів, стійких до природних факторів і хімічно-агресивних агентів [1].

Дослідження впливу кремнійорганічних сполук на показники пористої структури, водопоглинання та крайового кута змочування фіброцементних плит на основі целюлозних волокон при поверхневому та об'ємному способах гідрофобізації проводилося вченими

Р. Х. Мухаметрахимовим і В. С. Ізотовим [2]. Результати вивчення впливу захисних покриттів на основі поліметилфенілсилоксану на довговічність та експлуатаційні властивості будівельних конструкційних матеріалів висвітлено в працях Б. Л. Демидчука та М. М. Гивлюд [3; 4].

Санітарними нормами й правилами [5] визначено, що захист від корозії передбачає просочення будівельних матеріалів різноманітними полімерними сполуками, які сприяють підвищенню стійкості конструкцій до дії агресивних впливів.

Просочування поруватого природного каменю кремнійорганічними сполуками різних класів є складним дифузійним процесом. Останній включає стадії адсорбції, змочування, дифузії та заповнення пор, які протікають у різній послідовності та поєднаннях і залежать від фізико-хімічних властивостей матриці та просочувальних складів [6]. Фізико-хімічні властивості й параметри пористої структури залежать від ступеня завершеності протікання зазначених процесів. При просочуванні личкувальних нерудних необхідно також враховувати низку специфічних особливостей: повітропроникність, адгезію до розчину для мурування, збільшення маси, водовідштовхувальні властивості, робочу концентрацію просочувальних складів тощо.

Мета роботи – оцінка ефективності застосування кремнійорганічних сполук для просочення нерудних матеріалів.

Матеріали та методи. Як мінеральні матриці використано композити на основі портландцементу та суміші дисперсій вапняку, черепашнику, піщаника й туфу, що утворюються в процесі розпилу природного каменю. Вибір кремнійорганічних препаратів здійснено за особливостями складу та фізико-хімічними властивостями, а також ступенем екологічної безпеки й економічної доцільності.

Ефективність застосування кремнійорганічних продуктів для гідрофобізації природного пористого каменю визначена за критеріями: оптимальна концентрація, збільшення водовідштовхувальних властивостей поверхні та матеріалу в цілому, повітропроникність та адгезія до мурувального розчину. Їхня кількісна оцінка здійснена з використанням водорозчинних сполук, гідролізатетилсилікату, водних емульсій і розчинів органічних розчинників із концентрацією 0.1–0.5 мас. %.

Змочування поверхні твердих тіл оцінено за величиною крайового кута змочування на межі поділу фаз, вимірювання проведено методом вибіркового контролю [5]; водопоглинання – за стандартом [7].

Результати дослідження. Встановлено, що при використанні водорозчинних кремнійорганічних сполук максимальні значення крайових кутів змочування становлять 80–91° в інтервалі концентрацій 0.1–5.0 мас. %. Подальше збільшення вмісту силіконатів призводить до змочуваності поверхні водою (табл. 1).

Використання всіх інших силоксанів дає можливість забезпечити вищу гідрофобність поверхні (значення крайових кутів змочування 94–106°) у діапазоні концентрацій від 0.1 до 15.0 мас. %. Водні

емульсії забезпечують дещо меншу гідрофобність (змочування крайових кутів на рівні 94–102°). При застосуванні гідролізату етилсилікату водовідштовхувальний ефект не спостерігається.

Таблиця 1

**Крайові кути змочування поверхні неорганічної матриці,
гідрофобізованої кремнійорганічними сполуками**

Кремнійорганічні сполуки	Крайові кути змочування, град.							
	при концентрації, мас %							
	0.1	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0	15.0
Метилсиліконат натрію	67	76	82	87	91	81	Змочування	
Етилсиліконат натрію	65	74	78	80	82	79		
Фенілсиліконат натрію	64	73	77	80	79	78		
Алюмометилсиліконат натрію	66	76	81	85	91	82		
Метилсиліконат калію	65	75	80	82	89	80		
Поліетилгідридсилоксан (BE)*	68	74	87	94	97	102		
Поліетилгідридсилоксан (OP)**	72	89	93	95	98	106	101	94
Поліметилфенілсилоксан (BE)*	67	76	88	92	95	98	94	92
Поліметилфенілсилоксан (OP)**	69	78	90	94	96	99	98	95
Поліорганосилозан (BE)*	66	77	83	89	94	96	92	89
Поліорганосилозан (OP)**	68	78	84	89	95	98	96	95

Примітки: *BE – водна емульсія; **OP – органічний розчинник.

Гідрофобізація цементних композиційних матеріалів кремнійорганічними сполуками суттєво впливає на процеси адсорбції води. Водопоглинання зменшується за 24 год залежно від виду сполуки. Виключення становить гідролізат етилсилікату (табл. 2).

Таблиця 2

**Водо- та вологопоглинання матеріалів на основі природного каменю
і портландцементу, просочених кремнійорганічними сполуками**

Кремнійорганічні сполуки	Водопоглинання за 24 год, мас. %	Вологопоглинання за 30 діб, мас. %
Не просочені	12.9	1.53
Метилсиліконат натрію	7.1	1.56
Етилсиліконат натрію	6.9	1.58
Фенілсиліконат натрію	7.0	1.56
Алюмометилсиліконат натрію	6.8	1.52
Метилсиліконат калію	6.7	1.51
Гідролізат силікату	8.9	1.49
Поліетилгідридсилоксан (BE)*	6.4	1.46
Поліетилгідридсилоксан (OP)**	6.2	1.42
Поліметилфенілсилоксан (BE)*	6.5	1.45
Поліметилфенілсилоксан (OP)**	6.4	1.40
Поліорганосилозан (BE)*	6.7	1.48
Поліорганосилозан (OP)**	6.5	1.41

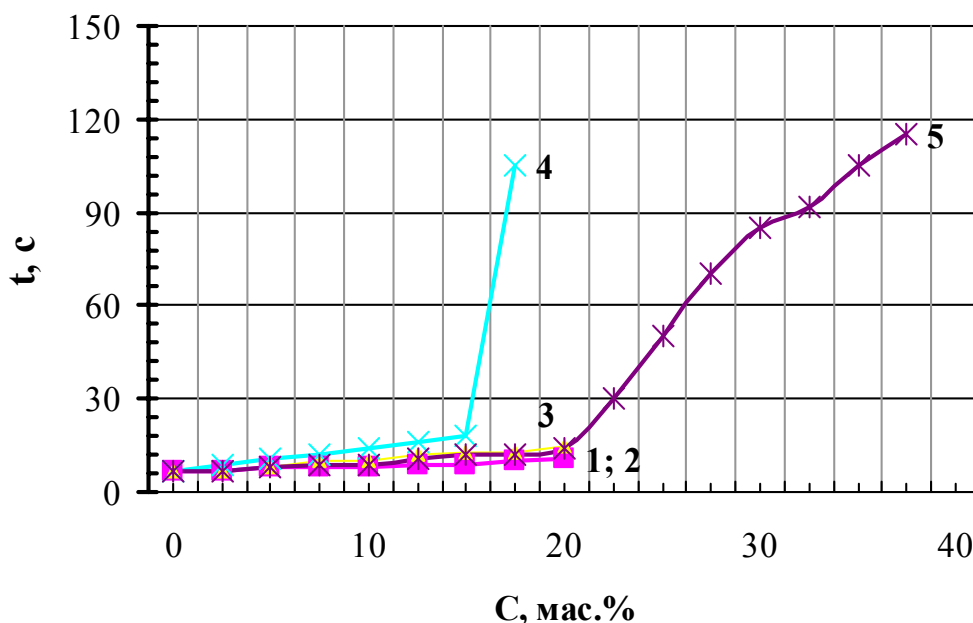
Примітки: *BE – водна емульсія; **OP – органічний розчинник.

Відмічено неоднозначний вплив різних кремнійорганічних сполук на вологопоглинання при відносній вологості 96 % протягом

30 діб. Водорозчинні сполуки, що містять Натрій і Калій, практично не зменшують, а іноді збільшують поглинання водяної пари, що зумовлено специфікою їх складу та, як наслідок, процесів гідролізу взаємодії з функціональними групами поверхні матриці й водою. Використання силосанів, незалежно від виду розчинника, характеризується її зменшенням до рівня 1.40–1.48 мас. %.

Повітропроникність просочених пористих мінеральних матриць, визначена за часом вирівнювання заданого перепаду тиску (0.2 атм), залежить від виду кремнійорганічних сполук та їх концентрації (рисунк). У випадку органісиліконатів, поліетилгідридсилосану та гідролізату етилсилікату вона практично не змінюється. Збільшення концентрації поліфенілсилосану від 10 мас. % і поліметилфенілсилосану від 20 мас. % супроводжується різким зниженням повітропроникності. Час вирівнювання перепаду тиску зростає до 100–110 с.

Просочення без суттєвого зниження повітропроникності пористих матриць може здійснюватися розчином поліорганосилосанів концентрацією 10–15 мас. %.



Повітропроникність пористих неорганічних матриць, просочених кремнійорганічними сполуками:

1 – органісиліконат; 2 – поліорганогідридсилосан;
3 – гідролізат етил силікату; 4 – поліфенілсилосан; 5 – поліметилфенілсилосан

Енергетичний стан поверхні просочених матеріалів може бути одним із визначальних факторів при формуванні адгезійного контакту з розчином для мурування. Мінімальна міцність на зсув на прикладі туфу спостерігається при використанні поліетилгідридсилосану та гідролізату етилсилікату. Використання метилсиліконатів натрію і калію найменше впливає на спад міцності на зсув. При застосуванні поліорганосилосанів зафіксовано її проміжний рівень (табл. 3).

Таблиця 3

Міцність зчеплення просоченого каменю з розчином для мурування, МПа

Просочувальна речовина	Міцність	
	на зсув	на рівномірний відрив
Не просочені	1.20	1.05
Метилсиліконат натрію	0.75	0.95
Метилсиліконат калію	0.80	1.00
Поліетилгідридсилоксан	0.36	0.90
Гідролізат етилсилікату	0.45	0.75
Поліфенілсилоксан	0.64	0.90
Поліметилфенілсилоксан	0.64	0.70

Міцність на рівномірний відрив для просоченого матеріалу відрізняється менш суттєво. Максимум її зафіксовано при застосуванні метилсиліконатів. Це пояснюється можливою наявністю в їх складі гідрофільних груп (ОН, ONa, ОК).

Отже, оптимальні концентрації кремнійорганічних сполук становлять: 1–3 мас. % – для органілсиліконатів та 3–10 мас. % – для всіх інших дослідних речовин.

Висновки. Встановлено, що суттєвої різниці в гідрофобності поверхні мінеральних субстратів при використанні водних розчинів, емульсій та систем на основі органічних розчинників кремнійорганічних сполук не спостерігається. Концентраційний інтервал застосування дослідних сполук визначається хімічним складом останніх, рівнем повітропроникності та адгезійною міцністю зчеплення просоченого каменю з розчином для мурування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кальчук С. В. Дослідження впливу агресивного навколишнього середовища на зміну насиченості кольору поверхні декоративного каменю / С. В. Кальчук, О. В. Камських, С. О. Чехута // Вісн. ЖДТУ. — 2009. — № 1 (48). — С. 196—201.
2. Мухаметрахимов Р. Х. Исследование влияния кремнийорганических соединений на свойства фиброцементных плит / Р. Х. Мухаметрахимов, В. С. Изотов // Известия КГАСУ. — 2011. — № 4 (18). — С. 254—258.
3. Демидчук Л. Б. Комплексна оцінка експлуатаційних властивостей захисних покриттів будівельних конструкційних матеріалів // Науковий. вісн. НЛТУ України. — 2012. — № 22.3. — С. 118—122.
4. Демидчук Л. Б. Шляхи підвищення довговічності бетонних конструкцій гідрофобними захисними покриттями / Л. Б. Демидчук, М. М. Гивлюд, Б. В. Федунь // Товарознавчий вісн. — 2012. — № 5. — С. 51—56.
5. Защита строительных конструкций от коррозии: СНиП 2.03.11–85. — М. : Стройиздат, 1986. — 48 с.
6. Зимон Н. Д. Адгезія жидкості смачивание / Н. Д. Зимон. — М. : Химия, 1974. — 413 с.

7. ДСТУ Б В.2.7-42-97. Методи визначення водопоглинання густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів. — [Чинний від 1997—07—01]. — К. : Держкоммістобудування України, 1997. — 65 с.

Стаття надійшла до редакції 06.11.2013.

Zolotarova O. Use of silicone compounds for repelling of non-metallic materials.

Background. Natural stone is widely used in construction. Constant contact of the surface with aggressive environmental factors causes a gradual deterioration of performance and decorative properties due to corrosion processes. The solution of this problem is possible by the use in materials and structures of the polymers which are resistant to environmental factors and chemically aggressive agents. Purpose – to assess the efficacy of silicone compounds for the treatment of non-metallic materials.

Material and methods. Composites based on a mixture of portland cement and dispersed lime, limestone, sandstone and tuff, that appear when the natural stone is saw, were used as the mineral matrix. Evaluation of the efficacy of use of silicone products for water-repellency treatment of porous natural stone was carried by the following criteria: the optimal concentration, increasing water-repellent surface properties (the contact angle) and material in general (water and moisture absorption).

Results. It is established that in the case of use of water-soluble silicon compounds maximum contact angles are up to 80–91 ° in the concentration range 0.1–5.0 wt. %. Further increasing of the silicone content compounds causes to the appearance of water on the surface water. The use of all other silicone compounds enables to provide a slightly higher surface hydrophobicity (contact angles are within 94–106 °) in the concentration range up to 15.0 wt. %. Aqueous emulsions provide a relatively smaller hydrophobicity. Repellent effect was non-observed during the application of ethylsilicate hydrolyzate.

Conclusion. While using silicone compounds for the treatment of non-metallic materials no significant difference in the hydrophobicity of the surface of mineral substrates has been detected. The optimum concentration of silicon compounds for maximum effect repellency is set.

Key words: organosilicon compounds, hydrophobicity, water absorption, the contact angle.

REFERENCES

1. Kalchuk S. Investigation of the influence of aggressive environment to change the color saturation surface decorative stone / S. V. Kalchuk, A. Kamsky, S. Chehuta // Bulletin ZSTU, 2009, № 1 (48). — P. 196—201.
2. Muhametrahymov B. C. Effect Study kremnyorhanycheskyh compounds on properties fybrotsementnyh plates / B. C. Muhametrahymov V. S. Yzotov // Proceedings KHASU, 2011. — № 4 (18). — P. 254—258.
3. Demydchuk L.B. Comprehensive assessment of the performance properties of protective coatings of building construction materials. // Scientific Bulletin of National Forestry University of Ukraine, 2012. — № 22.3. — P. 118—122.
4. Demydchuk L. B. Ways to improve the durability of concrete structures hydrophobic protective coatings / L. B. Demydchuk, M. Hyvlyud, B. Fedun // commodity Gazette, 2012. — № 5. — P. 51—56.
5. Zascita stroitel designs from korrozyy : SNIP 2.03.11 — 85. — Moscow: Stroizdat, 1986. — 48 p.
6. Zymon N. D. Adhesion fluid smachyvanye N. D. Zymon. — Moscow: Chemistry, 1974. — 413 p.
7. SSU.2.7—42—97. Methods for determining the density of water absorption and frost resistance of building materials and products. — K. [Effective as of 1997—07—01]. — Derzhkommistobuduvannya Ukraine, 1997. — 65 p.