

## **ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ ТА ЇЇ ГІДРОФОБНИЙ ЗАХИСТ**

© Семенів Р. М., 2017

У статті досліджено фізико-технічні властивості керамічної цегли. Встановлено, що вирішальним факторами в процесах взаємодії керамічної цегли з водою, водними розчинами та водяною парою є склад, порова структура та енергетичний стан її поверхні. Обґрунтовано та визначено компонентний склад та технологічний режим формування захисного покриття на поверхні керамічної цегли. Визначено технологічні властивості вихідних композицій та фізико-механічні показники покриттів на їх основі. Встановлено вплив складу вихідної композиції захисного гідрофобного покриття на водостійкість керамічної цегли. Підтверджено можливість використання розроблених складів захисних покриттів для гідрофобного захисту поверхні керамічної цегли та підвищення довговічності будівель та споруд, які експлуатуються в умовах підвищеної вологості та дії зовнішніх агресивних чинників.

**Ключові слова:** керамічна цегла, водопоглинання, захисне покриття, водостійкість, гідрофобність.

**R. Semeniv**

Lviv Polytechnic National University,  
Department of building production

## **RESEARCH OF PHYSICAL AND TECHNICAL PROPERTIES OF CERAMIC BRICKS AND ITS HYDROPHOBIC PROTECTION**

© Semeniv R., 2017

The current article is focused at the physical and technical properties of ceramic bricks. It was established that the decisive factors in the process of interaction of ceramic bricks with water, water solutions and water vapor is the composition of pore structure and energy state of its surface. It is substantiated and defined the component composition and technological regime of the protective coating formation on the surface of ceramic bricks. The technological properties of the initial composition and physico-mechanical properties of coatings based on them are established. It is revealed the influence of initial composition compound of the protective hydrophobic coating to water resistance of ceramic bricks. Confirmed the possibility of using the developed composition of protective coatings to hydrophobic surface protection ceramic of bricks and increase the durability of buildings and structures, that are exploited in the high moisture condition and the action of external and aggressive factors. It is widely used the method of surface impregnation by repel compounds, resulting the reduction of porosity and permeability of the material to improve the performance properties and increase the durability of brick masonry. The right choice of hydrophobic composition determines the durability of masonry in different conditions of buildings exploitation.

**Key words:** ceramic brick, water absorption, protective covering, water resistance, hydrophobicity.

**Вступ.** Зволоження матеріалів огороджувальних конструкцій атмосферою і ґрунтовою вологою – головна причина зниження довговічності будівель та споруд, порушення температурно-

вологісного режиму приміщень, промерзання кутів і стиків, відшарування оздоблювальних шарів, появи плям на поверхні фасадів, збільшення тепловтрат. У результаті збільшуються експлуатаційні витрати, пов'язані з ремонтом і відновленням конструкцій, а також підтримкою необхідної температури в приміщеннях [1, 2].

Грунтова вода руйнує фундаменти, зриває штукатурку та облицювання, що погіршує теплоізоляційну здатність стін. Крім того, з'являються висоли на стінах, розвивається цвіль, відбувається утворення мікротріщин у матеріалі, що в підсумку призводить до передчасного руйнування облицювального матеріалу і стінової конструкції загалом [3].

Атмосферна волога, зокрема, дощові потоки захоплюють з атмосфери велику кількість газоподібних виробничих викидів, таких як оксиди вуглецю, сірки, азоту, фосфору, аміаку, хлору і хлористого водню, та інших хімічних сполук. Ці гази, розчиняючись частково у воді, перетворюють дощ у кислотний розчин, що руйнує бетон, мармур, керамічну цеглу та інші будівельні матеріали. При цьому збільшується кількість пор, капілярів і мікротріщин, які служать новими вогнищами агресії, тому ступінь руйнування матеріалу істотно зростає [3].

Проблема захисту будівель і споруд вирішується різними методами, одним з найефективніших способів попередження водопоглинання матеріалу є модифікування його поверхні з метою зменшити змочуваність водою – гідрофобізація.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Гідрофобізатор – продукт, призначений для хімічної обробки практично будь-яких поверхонь, що забезпечують їхню водонепроникність і захист від агресивних середовищ. Особливість гідрофобізації полягає в тому, що в результаті зниження здатності матеріалу змочуватись ускладнюється, або взагалі припиняється проникнення вологи всередину конструкції, але при цьому зберігаються її паро- і повітропроникність, що створює сприятливі гігієнічні умови всередині будівель унеможлиблює руйнування конструкції в результаті конденсації вологи [4].

Оброблені гідрофобізаторами конструкції протистоять дії більшості компонентів середовища, запобігаючи проникненню хімікатів, солоної води, стічних вод та інших шкідливих речовин у структуру будівельного виробу. Поверхні, захищені подібними продуктами, мають такі дрібні пори, що вода, масла і жири не можуть проникати через них. Такі склади утворюють найтонші плівки або мономолекулярні шари на стінках капілярів, припиняють доступ молекул води всередину [3, 4].

Гідрофобні покриття у вигляді мономолекулярних (товщиною в одну молекулу) шарів або тонких плівок отримують обробкою матеріалу розчином, емульсіями або (рідше) парами гідрофобізаторів – речовин, що слабо взаємодіють з водою, але які міцно утримуються на поверхні. Як гідрофобізатори застосовують солі жирних кислот деяких металів (мідь, алюміній, цирконій та ін.), катіоноактивні поверхнево-активні речовини (ПАР), а також низько- і високомолекулярні кремнійорганічні фторорганічні з'єднання [3–5].

Відомо, що на довговічність керамічної цегли, а загалом і будівельного об'єкта найбільше впливає вода. Особливо небезпечним є період весняного відтавання. У цей час підвищується рівень ґрунтових вод, які, взаємодіючи з мінеральними та органічними речовинами, змінюють свій хімічний склад і концентрацію цих речовин. Проникаючи в споруди, ґрунтова вода містить домішки різних солей: хлоридів, сульфатів і гідрокарбонатів. Вони кристалізуються в порах керамічного матеріалу стіни, збільшуються в обсязі, що призводить до руйнування матеріалу конструкції. Ще однією причиною руйнування керамічних матеріалів є багаторазове замерзання та танення води, яка вже перебуває у капілярах будівельного матеріалу [6, 7]. Внаслідок здатності води збільшуватись в об'ємі при переході з рідкого в твердий стан руйнуються стінки капілярів, утворюються мікротріщини і як наслідок – зовнішні шари будівельних виробів стають сипкими, втрачають міцність та морозостійкість. Відповідно, такі процеси прямо пропорційні показнику відкритої пористості [6, 7].

Отже, проблема гідрофобного захисту керамічних матеріалів від впливу вологи та інших агресивних середовищ досі актуальна [3].

**Мета та завдання статті** полягає у дослідженні фізико-технічних властивостей керамічної цегли та розробці складів захисних покриттів для модифікації поверхні керамічної цегли.

**Матеріали та методика досліджень.** Для досліджень використано керамічну цеглу вітчизняних виробників:

- ТОВ “Голд Кераміка” (м. Івано-Франківськ),
- ТМ “Євротон” (ПрАТ Роздільський керамічний завод).

За своїм призначенням – це лицьова, лицьова фасонна та рядова керамічна цегла, розміром 250×125×65 мм з відхиленням у межах регламентованих нормативно-технологічною документацією. Її колір визначається оксидним складом вихідної сировини та умовами випалу.

Компонентний склад вихідних композицій захисних покриттів визначали за допомогою методу математичного планування експерименту з врахуванням його впливу на водопоглинання, адгезійну міцність покриття та морозостійкість обробленої цегли.

**Результати дослідження.** Досліджено фізико-механічні властивості керамічної цегли для визначення її експлуатаційної стійкості. Для їхньої оцінки застосовано методику визначення меж міцності при згині і стиску. Випробування виробів проведено згідно з ДСТУ Б.В. 2.7-248:2011 “Матеріали стінові. Методи визначення границь міцності при стиску і згині”. Водопоглинання, густину та морозостійкість визначено згідно з ДСТУ Б.В.2.7-42-97 “Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів”. Фізико-технічні властивості керамічної цегли наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Фізико-технічні властивості керамічної цегли**

Виробник	Цегла	Марка цегли	Пористість, %		Границя міцності, МПа		Водопоглинання, мас.%	Середня густина, кг/м <sup>3</sup>
			відкрито-та	закрито-та	на стиск	на згин		
м. Івано-Франківськ ТзОВ “Голд Кераміка”	Керамічна рядова	M150	20,24	4,2	14,63	2,74	14,74	1647
	Керамічна лицьова жовта	M150	8,66	3,6	16,7	2,07	6,58	1317
	Керамічна лицьова червона	M150	11,45	3,8	16,81	2,21	9,71	1189
ПрАТ Роздільський керамічний завод ТМ “Євротон”	Керамічна лицьова	M250	7,98	1,98	25,5	2,97	6,13	1302
	Керамічна лицьова	M200	13,93	3,3	21,2	2,85	9,72	1333
	Керамічна лицьова фасонна	M150	10,58	2,27	16,05	2,1	9,85	1074

Під час визначення водопоглинання зразки керамічних матеріалів попередньо висушено до постійної маси. Допускається не висушувати зразки керамічних матеріалів, які узяті безпосередньо після випалювання. Далі зрізи укладено на ґратки в посудину з водою температурою (20 ± 5) °С в один ряд за висотою з зазорами між ними не менше 20 мм так, щоб рівень води був вище зразків на (20–100) мм. Витримування у воді відбувалося протягом (48 ± 1) год. Насичені водою зразки виймали із води, обтирали вологою губкою або м'якою тканиною і зважували. Масу води, яка витекла із зразка на шальку ваг, включали в масу зразка, насиченого водою. Зважування кожного зразка було закінчено протягом 2 хв після його витягнення із води.

За одержаними результатами зроблено висновок про відповідність випробувальних стінових керамічних виробів вимогам стандарту ДСТУ Б.В.2.7-61:2008 “Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови”.

Вихідні композиції для захисних покриттів готували методом сумісного диспергування компонентів у кульових або бісерних млинах до максимального розміру мінерального наповнювача не більше 50 мкм. Текучість композицій перебуває в межах 22 – 30 с. [8].

Захисне покриття наносили на поверхню висушеної цегли за допомогою пульверизатора товщиною 0,6–0,8 мм. Експериментально встановлено, що максимальне значення мікротвердості, як ступеня затвердіння покриття, досягається при витримці за температури 20°C протягом 24 год [8]. Склади вихідних композицій для захисних покриттів наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Склади вихідних композицій для захисних покриттів

Варіант складу композицій	Вміст компонентів, мас.%			
	КО – 921	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	35	50	15	-
2	35	50	-	15
3	40	45	15	-
4	40	45	-	15

Встановлено, що водопоглинання обробленої цегли після перебування у воді після 1 доби зменшується відповідно з 9,85 мас.% до 1,2–1,4 мас.% для керамічної цегли ТМ “Євротон” та з 14,74 мас.% до 1,8–2,0 мас.% для цегли ТОВ “Голд Кераміка”. Збільшення терміну перебування у воді до 30 діб підвищує водопоглинання цегли на 0,3 – 0,5 мас.%. Визначено, що зміна вмісту кремнійорганічного зв’язку не впливає на якість гідрофобного покриття. Таке зниження водопоглинання обробленої цегли захисними покриттями та висока гідрофобність захисного шару підтверджує їхню високу ізоляційну здатність.

### Висновки.

1. Будівництво та реконструкція наявних об’єктів цивільного і промислового призначення тісно пов’язані з використанням цегляних будівельних конструкцій, які можуть тривалий час протистояти негативним впливам атмосферо-кліматичних чинників. Але при дії на них води та корозійноактивних середовищ вони можуть руйнуватися, що може призвести до руйнування конструкцій. Тому виникає необхідність забезпечити їхню корозійну стійкість шляхом застосування корозійностійких вхідних матеріалів або оброблення поверхні цегляного муру захисними покриттями. Дослідження визначили фізико-технічні властивості керамічної цегли та встановлено стійкість захисного гідрофобного покриття до дії води.

2. Розроблено нові складі захисних покриттів для поверхневого оброблення цегли на основі кремнійорганічних компонентів, що у подальшому визначає їхню високу ізоляційну здатність. Одержані захисні покриття є гідрофобними за рахунок вмісту у своєму складі полімерного компонента. Водопоглинання обробленої цегли після перебування у воді після 1 доби зменшується відповідно з 9,85 мас.% до 1,2–1,4 мас.% для керамічної цегли ТМ “Євротон” та з 14,74 мас.% до 1,8–2,0 мас.% для цегли ТОВ “Голд Кераміка”. Отже, їх можна використовувати для збільшення довговічності споруд, які експлуатуються в агресивних середовищах.

*1. Генцлер И. В. Снижение водопоглощения и повышение морозостойкости керамического кирпича водорастворимыми кремнийорганическими соединениями / И. В. Генцлер, Ю. И. Затолокин, С. Г. Маркина, А. С. Шаптин, Й. Дюк // Международный сборник научных трудов. – 2000. – С. 69–73. 2. Генцлер И. В. Поверхностная гидрофобизация ограждающих конструкций – эффективный способ энергосбережения / И. В. Генцлер, Ю. И. Затолокин, П. А. Кашин, С. Г. Маркина // Материалы к международной научно-практической конференции. – 2000. – С. 286–289.*

3. Дебелова Н. Н. Гидрофобные материалы в строительстве. Теоретические и прикладные аспекты гидрофобной защиты строительных материалов / Н. Н. Дебелова, Н. П. Горленко, Ю. С. Саркисов, В. И. Суляев, Е. Н. Завьялова. – 2016. – С. 180. 4. Леденев В. И. Физико-технические основы эксплуатации наружных кирпичных стен гражданских зданий : учеб. пособие / В. И. Леденев, И. В. Матвеева // Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та. – 2005. – С. 160. 5. Sghaier N. Effect of Efflorescence Formation on Drying Kinetics of Porous Media / N. Sghaier, M. Prat // *Transport in Porous Media*. – 2009. – № 80. – P. 441–454. 6. Шилова М. В. Кремнийорганические гидрофобизаторы эффективная защита строительных материалов и конструкций // *Строительные материалы*. – 2003. – № 12. – С. 40–41. 7. Varshavets P. G., Svidersky V. A., Chernyak L. P. Peculiarities of the structure and hydro physical properties of face brick. – *European applied sciences / Stuttgart, Germany: ORT Publishing*, – 2014. – № 1. – P. 106–110. 8. Гивлюд М. М. Покращення експлуатаційних властивостей керамічної цегли поверхневим модифікуванням поверхні / М. М. Гивлюд, Р. М. Семенів, І. В. Ємченко // *Вісник НУЛП*. – 2016. – № 844. – С. 53–58.

### References

1. Sanytsky M. Modified plasters for restoration and finishing works / M. Sanytsky, T. Kropyvnytska, R. Kotiv // *Advanced Materials Research*. – 2014. – Vol. 923. – P. 42–47. 2. Decorative plasters for finishing works / T. Kropyvnytska, M. Sanytsky, R. Kotiv, M. Gogol // *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. “Теорія і практика будівництва”. – 2014. – № 781. – С. 101–105. 3. Debelova N. N. *Gidrofobnye materialy v stroitel'stve. Teoreticheskie i prikladnye aspekty gidrofobnoj zashhity stroitel'nyh materialov*. [Hydrophobic materials in construction. Theoretical and applied aspects of hydrophobic protection of building materials]. Monograph. 2016, 180 p. 4. Ledenev V. I. *Fiziko-tehnicheskie osnovy jekspluatacii napuzhnyh kirpichnyh sten grazhdanskih zdanij : ucheb. posobie*. [Physical and technical bases of operation of the outdoor brick walls civil buildings: studies]. Tambov University Publ. 2005, 160 p. 5. Sghaier N. *Effect of Efflorescence Formation on Drying Kinetics of Porous Media* / N. Sghaier, M. Prat // *Transport in Porous Media*. Vol. 80. – 2009, pp. 441–454. 6. Shilova M. V. *Kremnijorganicheskie gidrofobizatory jeffektivnaja zashhita stroitel'nyh materialov i konstrukcij // Stroitel'nye materialy*. [Siliconorganic hydrophobisers effective protection of building materials and structures] / *Building materials* Vol. 12. 2003, pp. 40–41. 7. Varshavets P. G., Svidersky V. A., Chernyak L. P. *Peculiarities of the structure and hydro physical properties of face brick*. – *European applied sciences / Stuttgart, Germany: ORT Publishing*, Vol.1. 2014, pp. 106–110. 8. Givljud M. M. *Pokrashhennja ekspluatacijnih vlastivostej keramichnoї cegli poverhnevim modifikuvannjam poverhni*. [Improvement of the operational properties of ceramic bricks by surface modification]. NULP Publ. Vol. 844. 2016, pp. 53–58.