

М. М. Гивлюд, Р. М. Семенів, І. В. Ємченко *

Національний університет "Львівська політехніка",

кафедра будівельного виробництва,

*кафедра підприємництва та екологічної експертизи товарів

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ ПОВЕРХНЕВИМ МОДИФІКУВАННЯМ ПОВЕРХНІ

©Гивлюд М. М., Семенів Р. М., Ємченко І. В., 2016

Обґрунтовано та методом математичного планування експерименту з врахуванням впливу захисного покриття на водопоглинання, адгезійну міцність і морозостійкість визначено та запропоновано його оптимальний склад. Встановлено технологічний режим нанесення та затвердіння захисного покриття на поверхні керамічної матриці. Визначено глибину проникнення захисного покриття та її роль у формуванні адгезійного контакту у процесі затвердіння та її залежність від структури керамічної матриці. Експериментально підтверджено зниження у 8,2–8,4 разу відкритої пористості керамічної цегли за показником водопоглинання та вплив захисного покриття на водостійкість обробленого матеріалу. Кількісно оцінено зміну морозостійкості керамічної цегли залежно від складу захисного покриття. Встановлено, що запропоновані склади вихідних композицій для захисних покриттів збільшують показники водостійкості та морозостійкості керамічної цегли відповідно на 6,2–17,5 % і 55–64 %. Підтверджено можливість використання розроблених складів захисних покриттів для підвищення довговічності будівельних конструкцій з керамічної цегли, які експлуатуються в умовах високої вологи та дії зовнішніх агресивних чинників.

Ключові слова: керамічна цегла, захисне покриття, водопоглинання, водостійкість, морозостійкість.

In the article there are substantiated and determine the optimal composition of protective covering by the mathematical planning method with taking into account the influence of protective covering on water absorption, adhesive strength and frost resistance. It is constituted technologic regime of marking and hardening protective covering on the ceramic matrix surface. It is determined the depth of protective covering penetration and its role in the adhesive contact formation during hardening process and its dependence from ceramic matrix structure. It is experimentally confirmed the decreasing in 8,2–8,4 times of ceramic brick open porosity by the index of water absorption and the protective covering influence on water resistance of the treat material. It is quantitatively evaluated the alteration of ceramic brick frost resistance depending on the protective covering composition. It is determined that proposed initial compositions for protective covering increase the indexes of ceramic brick water and frost resistance accordingly in 6,2–17,5 % and 55–64 %. It is confirmed the possibility of application of protective covering develop composition for increasing the durability of building constructions with ceramic brick, that are exploited in the high moisture condition and the action of external and aggressive factors.

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

Постановка проблеми. Довговічність керамічних цегляних конструкцій залежить від їх складу та стабільності фізико-хімічних властивостей залежно від рівня впливу факторів навколишнього середовища. У процесі експлуатації цегляних споруд при змінах температури

та вологості виникають дефекти, що суттєво погіршують архітектурну виразність і негативно впливають на фізико-технічні властивості мурованих фасадів. Сприяє цьому і сировинна база виробництва, яка пов'язана з використанням місцевих низькосортних глин, що містять водорозчинні сульфати та хлориди лужних і лужноземельних металів. При міграції останніх на поверхні виробів утворюються висоли, які посилюються внаслідок дифузії лугів із цементних розчинів.

Одним з найефективніших способів захисту керамічної цегли від деструктивної дії вологи та солей є просочення її екологічно безпечними хімічними сполуками поліфункціональної дії, наслідком чого є значне підвищення довговічності та зменшення втрат тепла. Найбільшою мірою цим вимогам відповідають акрилові та силіційорганічні сполуки, для яких властивий високий рівень фізико-механічних властивостей, гідрофільність і здатність зерігати високу проникність для газових середовищ, тобто "дихати". Ця властивість у будівництві особливо важлива у випадку використання як конструктивного матеріалу керамічної цегли.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що основними чинниками, які впливають на довговічність керамічного муру, є:

- зволоження в процесі експлуатації;
- поперемінне заморожування та розтавання;
- сольова корозія.

Дослідники, які займаються вивченням причин корозії будівельних матеріалів [1, 2], зазначають, що практично всі процеси руйнування конструкційних елементів будівлі пов'язані з впливом на них вологи. Це зумовлено їх капілярно-пористою структурою, гідрофільністю та високою здатністю корозійної води відносно неорганічного матеріалу.

Наявність високої пористості допускає можливість фільтрації та підсолу води або зволоження внаслідок конденсації парів води, а також інтенсивної взаємодії керамічного матеріалу з рідким середовищем по розвиненій поверхні пористої системи. Проникаючи в пори будівельного матеріалу, вода розчиняє окремі їх частки, внаслідок чого зчеплення між ними слабшає, що призводить до зниження міцності до 20 %.

Зниження міцності будівельних матеріалів під впливом вологи зумовлено також наявністю адсорбційного шару води, який легко мігрує по поверхні, яка деформується внаслідок повзучості [4]. Внаслідок порушення рівноваги вологості між матеріалом і середовищем вода переміщується в порах, що спричиняє нерівномірний розподіл механічного навантаження, що в результаті сприяє його руйнуванню [5], особливо за частого поперемінного зволоження та висихання. Аналіз літератури показує, що підвищення довговічності керамічної цегли пов'язане з їх захистом від проникнення води.

Для покращення експлуатаційних властивостей та підвищення довговічності керамічного муру широко застосовується метод поверхневого просочення гідрофобізуючими препаратами, в результаті чого знижуються проникність та пористість матеріалу та поглинання зовнішньої вологості [6]. Основні види просочувальних препаратів, які використовують для обробки пористих будівельних матеріалів, мають переважно гідрофобізуючу дію, що мало впливає на проникність матеріалу до газів, парів та рідин. Тому доцільно застосовувати такі препарати, що не лише гідрофобізують поверхню матеріалу, стінки пор та капілярів, але й впливають на саму пористість матриці, яка просочується, внаслідок кольматації пор і тріщин [7]. Кольматуючий ефект можуть мати полімерні силіційорганічні сполуки, модифіковані оксидними та мінеральними речовинами різного хімічного походження [8]. Проте системні дослідження впливу складу просочувальних матеріалів на корозійну стійкість та довговічність будівельних матеріалів, зокрема керамічної цегли, практично відсутні, що стримує їх широке впровадження.

Мета роботи. Розроблення складів захисних покриттів для модифікації поверхні керамічної цегли та їх впливу на експлуатаційні властивості цегляного муру.

Результати досліджень. Для досліджень використано керамічну цеглу вітчизняних виробників західного регіону України:

- ТОВ “Західклінкергруп” (м. Новий Розділ)
- ТОВ “Керамікбудсервіс” (Івано-Франківська область).

За своїм призначенням це переважно лицьова цегла розміром 250×125×65 мм з відхиленням в 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, враховуючи його вплив на водопоглинання, адгезійну міцність покриття та морозостійкість обробленої цегли. Склади вихідних композицій для захисних покриттів наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Склади вихідних композицій для захисних покриттів

Варіант складу композицій	Вміст компонентів, мас. %				
	КО - 921	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Мінеральна вата
1	35	50	15	-	-
2	35	50	-	15	-
3	40	46	15	-	4
4	40	46	-	15	4

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 знаходиться в межах 22–30 с.

Захисне покриття завтовшки 0,6–0,8 мм наносили на поверхню висушеної цегли за допомогою пульверизатора. Експериментально встановлено, що максимального значення мікротвердості як ступеня затвердіння покриття досягають при витримці за температури 20 °С протягом 24 год. Встановлено, що наявність у складі покриття мінеральної вати підвищує показник адгезійної міцності від 5,5 МПа до 6,2 – 6,7 МПа.

Якість покриття та надійний захисний ефект залежать від фізико-хімічних процесів, які проходять на межі контакту “цегла–захисний шар”. Наявність у структурі цегли відкритих пор та мікротріщин впливає на формування захисного шару і залежить від глибини проникнення покриття. Мінімальне значення глибини проникнення (табл. 2) зафіксовано для покриття складу 3 (2,1–2,4 мм), а максимальне – для складу 2 (2,4–3,1 мм).

Таблиця 2

Глибина проникнення захисного покриття у керамічну матрицю

Керамічна цегла (виробник)	Глибина проникнення, мм			
	Варіант складу композицій			
	1	2	3	4
ТОВ “Керамікбудсервіс” (червона)	2,3	2,7	2,1	2,3
ТОВ “Західклінкергруп” (жовта)	2,6	2,4	2,0	2,1
ТОВ “Західклінкергруп” (червона)	2,7	3,1	2,4	2,6

Під час експлуатації будівельні конструкції з керамічної цегли піддаються комплексній дії атмосферних чинників, а саме вологи та знакозмінних температур. Оцінено вплив захисного покриття на водопоглинання керамічної цегли (табл. 3).

Таблиця 3

Водопоглинання керамічної цегли, обробленої захисним покриттям

Варіант складу композиції	Водопоглинання, мас. %							
	Цегла ТОВ “Західклінкергруп”				Цегла ТОВ “Керамікбудсервіс”			
	Термін перебування у воді, днів							
	1	10	20	30	1	10	20	30
Без покриття	12,3	12,4	12,5	12,5	16,4	16,5	16,5	16,5
1	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2
2	1,4	1,5	1,7	1,7	2,0	2,1	2,1	2,1
3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,9	2,0	2,0	2,0
4	1,2	1,2	1,3	1,3	1,8	1,9	1,9	1,9

Встановлено, що водопоглинання обробленої цегли після перебування у воді після 1 доби зменшується відповідно з 12,3 мас. % до 1,2–1,4 мас. % для керамічної цегли ТОВ “Західклінкергруп” та з 16,4 мас. % до 1,8–2,0 мас. % для цегли ТОВ “Керамікбудсервіс”. Збільшення терміну перебування у воді до 30 днів підвищує водопоглинання цегли на 0,3–0,5 мас. %. Таке зниження водопоглинання обробленої цегли захисними покриттями та висока гідрофобність захисного шару підтверджують їх високу ізолювальну здатність.

Висока водостійкість обробленої захисними покриттями керамічної цегли коригується з визначеними показниками коефіцієнта розм’якшення (табл.4).

Таблиця 4

Залежність коефіцієнта розм’якшення обробленої керамічної цегли від складу захисного покриття

Керамічна цегла (виробник)	Коефіцієнт розм’якшення, K_p				
	Варіант складу композиції				
	Без покриття	1	2	3	4
ТОВ “Керамікбудсервіс” (червона)	0,79	0,86	0,86	0,93	0,95
ТОВ “Західклінкергруп” (жовта)	0,78	0,84	0,84	0,90	0,91
ТОВ “Західклінкергруп” (червона)	0,78	0,83	0,83	0,92	0,93

Зіставлення коефіцієнта розм’якшення цегли показали, що його значення зростають порівняно з необробленою на 6,3–11,1 % при використанні захисних покриттів складу 1 та 2. При введенні до складу захисного покриття (склад 3 та 4) мінеральної вати водостійкість керамічної цегли підвищується на 16,2–21,1 %.

Досліджено вплив захисного покриття на показник морозостійкості керамічної цегли (рис.1) за втратою міцності на стиск після поперемінного заморожування – відтаювання водонасиченого матеріалу.

Результати випробувань показують, що морозостійкість обробленої керамічної цегли зростає на 20–23 цикли при викростанні захисних покриттів складу 1 та 2. Наявність у складі захисного

покриття мінеральної вати підвищує показник морозостійкості на 32–36 цикли порівняно з необробленою цеглою.

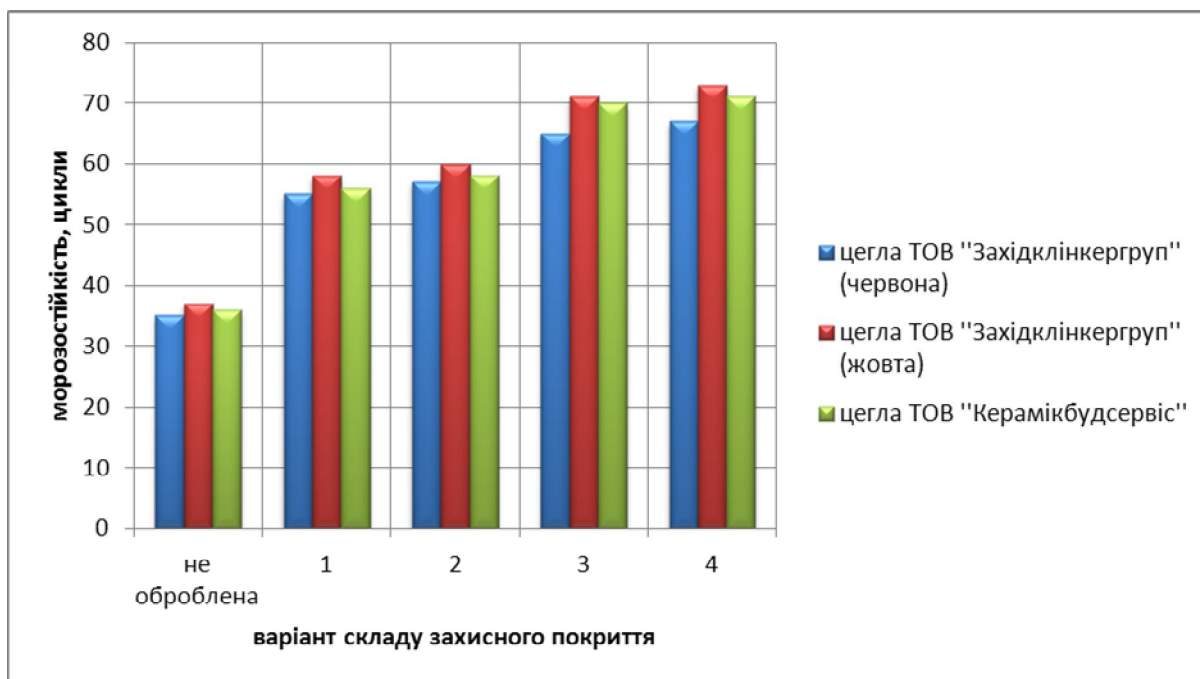


Рис. 1. Залежність морозостійкості керамічної цегли від складу захисного покриття

Висновок. Запропоновано склади вихідних композицій для захисних покриттів на основі наповненого мінеральними компонентами поліметилфенілсилоксану. Визначено технологічний режим нанесення та затвердіння захисного покриття на поверхні керамічної цегли і глибину його проникнення в керамічну матрицю, яка становить 2,0–3,1 мм. Встановлено вплив захисного покриття на водопоглинання та водостійкість цегли. Дано кількісну оцінку зміни показника морозостійкості обробленої цегли від складу захисного покриття. Отримані результати підтверджують високу ізолювальну здатність розроблених складів захисних покриттів та можуть використовуватись для підвищення довговічності будівельних конструкцій з керамічної цегли, які експлуатуються в умовах високої вологості.

1. Инчик В. В. Солевая коррозия кирпичной кладки / В. В. Инчик // *Строительные материалы*. – 2000. – № 8. – С. 35.
2. Черняк Л. П. Развитие производства та ринку будівельної кераміки в Україні / Л. П. Черняк // *Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка*. – К.: Знання, 2008. – № 3 (36). – С. 85–89.
3. Огородник И. В. Особенности производства эффективной стеновой керамики / И. В. Огородник // *Строительные материалы и изделия*. – 2012. – № 3 (74). – С. 23–26.
4. Захарченко П. В. Сучасні методи захисту будівельних матеріалів від зовнішніх агресивних факторів / П. В. Захарченко, П. Г. Варшавець // *Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка*. – К.: 2012. – Вип. 45. – С. 73–75.
5. Варшавець П. Г. Структура лицевого кирпича и гидрофильность его поверхности // П. Г. Варшавець, В. А. Свидерский // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2013. – № 6 (66). – С. 56–61.
6. 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.
7. Гивлюд Н. Н. Влияние поверхностей обработки керамического кирпича силицийорганическими покрытиями на его свойства / Н. Н. Гивлюд, И. Л. Найвер // *Международный журнал "Устойчивое развитие"*. – Болгария, 2013. – № 6. – С. 135–142.
8. Гивлюд М. М. Підвищення атмосферостійкості та довговічності керамічної лицьової цегли захисними покриттями / М. М. Гивлюд, І. Л. Найвер // *Вісник Львівської комерційної академії*. – 2014. – Вип. 14. – С. 11–17.