

ПІДВИЩЕННЯ АТМОСФЕРСТІЙКОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ КЕРАМІЧНОЇ ЛИЦЬОВОЇ ЦЕГЛИ ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ

Анотація. Досліджено збільшення терміну атмосферостійкості та довговічності лицьової цегли модифікованої захисними покриттями.

Ключові слова: лицьова цегла, захисні покриття, гігроскопічність, водопоглинання, корозійна стійкість, гідрофобізатори

Hvyliud M., Naiver I.

WEATHER RESISTANCE AND DURABILITY INCREASE OF CERAMIC FACING BRICK WITH PROTECTIVE COATINGS

Summary. The increase of weather resistance and durability term of facing bricks with modified protective coating has been investigated.

Keywords: facing bricks, protective coatings, water absorption, water absorption, corrosion resistance, water repellents

1. Вступ

Використання в будівництві виробів із кераміки, зокрема цегли і керамічних лицьових каменів забезпечує будинкам довговічність, комфортність і архітектурну виразність. Але для виробництва такої кераміки необхідні високоякісні глини, використання яких в умовах ринкової економіки неефективно. Діючі заводи використовують глини місцевих родовищ з додатками високопластичних привозних глин, що поруч із підвищенням вартості виробів погіршує їхні властивості.

Відомо, що довговічність та надійність будівельних матеріалів і конструкцій визначаються, перш за все, умовами експлуатації та стійкістю до дії несприятливих атмосферних чинників.

Аналіз наукових праць [1-7] показує, що для покращення експлуатаційних властивостей лицьової керамічної цегли, а саме збільшення атмосферостійкості, доцільно проводити фізико-хімічне модифікування поверхні органомісними сполуками поліфункціональної дії з метою зменшення відкритої пористості. При цьому забезпечується довговічність лицьової цегли в умовах підвищеної вологості і при понижених та від'ємних температурах.

В реальних умовах експлуатації матеріали та вироби піддаються сумісній дії значної кількості атмосферних факторів. Окрім того, накопичення різних факторів значно підвищує їх корозійну активність. Тому виникає доцільність кількісної оцінки стійкості розроблених складів захисних покриттів до дії атмосферних чинників.

2. Об'єкт дослідження

Нами обрані вихідні складі композицій для покриттів виходячи із умов одержання атмосферостійких захисних покриттів для лицьової цегли.

Склади вихідних композицій наведені у табл. 1

Таблиця 1

Склади вихідних композицій для захисних покриттів на основі наповненого поліметилфенілсилоксану (КО-921)

№ складів з/п	Вміст компонентів, мас. %			
	КО-921	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
1	30	50	20	-
2	35	50	15	-
3	40	50	10	-
4	30	50	-	20
5	35	50	-	15
6	40	50	-	10

Джерело: розроблено авторами

Запропоновані складі захисних покриттів нанесли на попередньо оброблені поверхні товщиною 0,4 - 0,6 мм. Затвердіння покриття проходило при кімнатній температурі протягом доби для досягнення максимального ступеня мікротвердості (не менше 200 МПа).

3. Результати досліджень.

При експлуатації покритої захисними покриттями лицьової цегли проходить старіння, що супроводжується незворотними хімічними та фізичними процесами під дією зовнішніх та внутрішніх чинників. Ознаками руйнування покриттів є їх розтріскування, відшарування, втрата маси та кольору тощо. При цьому також змінюються механічні, фізико-хімічні та антикорозійні властивості, що може привести до втрати захисних функцій [1].

Випробування розроблених складів захисних покриттів до дії чинників зовнішнього агресивного середовища у лабораторних умовах вивчали, за найбільш жорстких умов [2]. Для забезпечення захисту матеріалів з низькою атмосферостійкістю, покриття повинні володіти високими та стабільними показниками гігроскопічності, адгезійної міц-

ності, водостійкості, корозійної стійкості та бути довговічними.

Гігроскопічність обробленої лицьової цегли визначали за приростом маси зразків, які знаходились у ексикаторі з дистильованою водою протягом 30 діб.

Дослідженнями встановлено (табл. 2.), що при температурі 20 °С дія вологи зменшує крайовий кут змочування покриттів відповідно на 3-5 градуси і 2-4 градуси для Новороздільської та Солонської лицьової цегли, що практично не впливає на їх водовідштовхуючі властивості.

Маса цегли під дією гігроскопічної вологи збільшується та складає після 72 год експозиції 1,1-1,6 мас. % порівняно з 5,7-5,8 мас. % для контрольних зразків. Мінімальний приріст (1,1-1,2 мас. %) досягається при використанні покриттів складу 3 та 6.

Стійкість захисних покриттів до дії води вказує про доцільність вибору оксидних наповнювачів (рис. 1-6). Показано залежність водопоглинання обробленої Новороздільської та Солонської лицьової цегли від часу перебування у воді склади 1; 3; 5.

Таблиця 2

Зміна властивостей лицьової цегли із захисними покриттями при дії гігроскопічної вологи (експозиція 72 год)

Склади покриття № з/п	Крайовий кут змочування, градуси		Приріст маси, %	
	Новороздільська	Солонська	Новороздільська	Солонська
Без покриття	52/50	53/50	5,8	5,7
1	93/89	95/92	1,5	1,4
2	95/91	96/93	1,4	1,3
3	98/93	100/97	1,3	1,2
4	94/90	97/95	1,6	1,6
5	96/92	99/96	1,4	1,3
6	97/94	101/97	1,2	1,1

(чисельник – до випробувань, знаменник – після випробувань)

Джерело: розроблено авторами

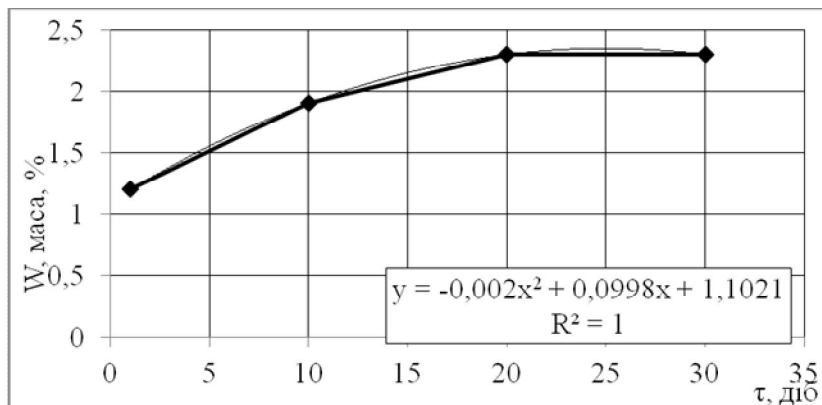


Рис. 1. Новороздільська цегла оброблена покриттям складу 1

Джерело: розроблено авторами

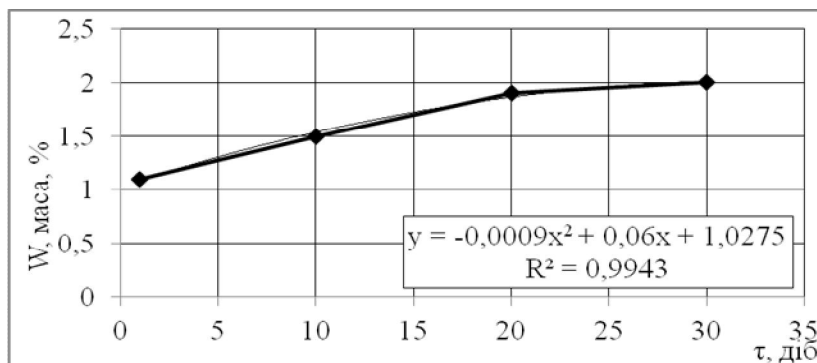


Рис.2. Новороздільська цегла оброблена покриттям складу 3

Джерело: розроблено авторами

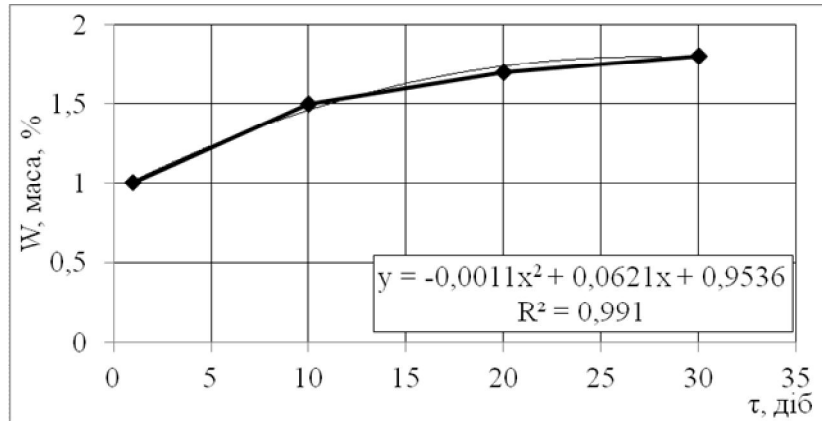


Рис.3. Новороздільська цегла оброблена покриттям складу 5

Джерело: розроблено авторами

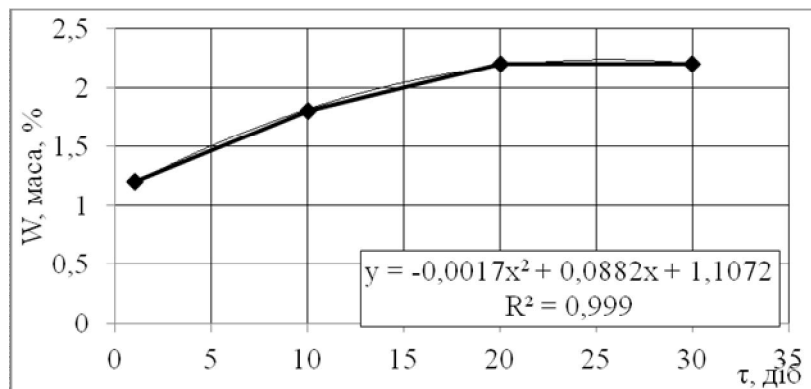


Рис. 4. Солонська цегла оброблена покриттям складу 1

Джерело: розроблено авторами

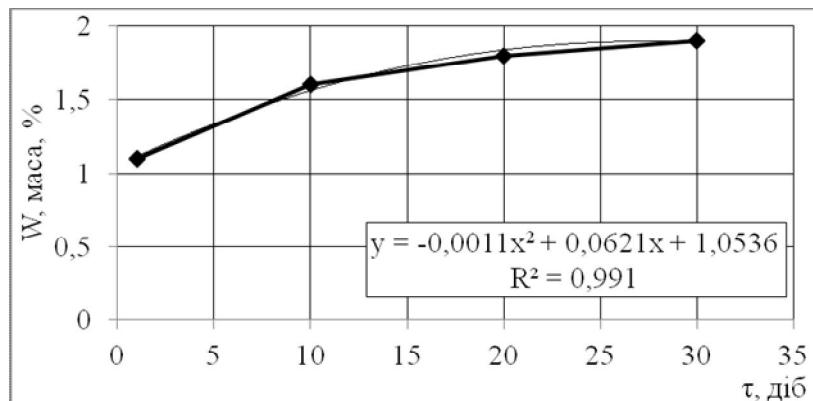


Рис. 5. Солонська цегла оброблена покриттям складу 3

Джерело розроблено авторами

Водопоглинання розроблених складів покриттів зменшується після 30 діб перебування у воді з 9,8 до 1,7-2,3 мас.% для Новороздільської цегли та з 9,7 до 1,6-2,2 мас.% для Солонської цегли.

Слід відзначити, що водопоглинання зразків залежить від виду наповнювача, особливо від вмісту заліза оксиду. Введення останнього при однаковому вмісту алюмінію та хрому оксиду збільшує водопоглинання на 0,2-0,4 мас. %.

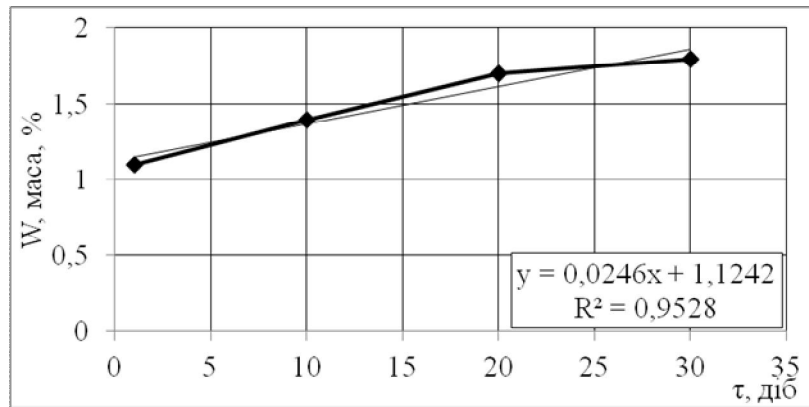


Рис. 6. Солонська цегла оброблена покриттям складу 5

Джерело розроблено авторами

Крайовий кут змочування після 30 діб випробувань зменшується на 2-6 градуси, що підтверджує високу водостійкість покриттів та їх водовідштовхуючі властивості.

Корозійну стійкість захисних покриттів вивчали на покритих захисним покриттям металевих пластинок розміром 30x70x1,0 мм зі сталі 08кп. Для досліджень покривали захисним покриттям зі всіх сторін 4-и пластини та 4-и контрольні. Товщина покриття складала 0,4 мм.

Зразки зважували на аналітичних вагах та ставили на сітку у ексікатор, який знизу заповнений дистильованою водою. Термін випробувань склав 30 діб. Результати досліджень подані у табл. 3.

Корозійна стійкість захисних покриттів досить висока, про що свідчать показники приросту маси,

які складають 0,030-0,065 мас.%. Для контрольних зразків приріст маси складає 2,47 мас.%, що є у 38-82 рази вищий. Високу корозійну стійкість захисних покриттів підтверджує зміна крайового кута змочування, яка після 30 діб експозиції зменшується лише на 3-5 градуси.

Наповненні силіційорганічні покриття значно змінюють свої властивості при довготривалій дії мінусових температур (експозиція 240 год; T=-30 °C; підкладка-цегла). Крайові кути змочування при вказаній температурі 88-95 градусів, що на 5-11 градусів менше порівняно з вихідними. Максимальна гідрофобність спостерігається при захисті покриттями складу 2, 4 та 6. Отже стійкість захисних покриттів до дії від'ємних температур залежить в основному від вмісту гідрофобізатора. (табл.5.).

Таблиця 3.

Корозійна стійкість захисних покриттів (експозиція 30 діб)

Склад покриття, № з/п	Крайовий кут змочування, градуси	Приріст маси, мас.%
Контрольні (не покриті)	53/47	2,470
1	98/93	0,065
2	100/96	0,060
3	105/100	0,050
4	99/94	0,040
5	103/99	0,035
6	107/104	0,030

Джерело розроблено авторами

Таблиця 4

Зміна властивостей покритих матеріалів при дії мінусових температур (T=-30 °C, τ=240 год)

Покриття складу, № з/п	Крайовий кут змочування, градуси		Водопоглинання, мас.%	
	Новороздільська цегла	Солонська цегла	Новороздільська цегла	Солонська цегла
1	93/88	95/90	2,7	2,8
2	95/90	96/91	2,5	2,5
3	98/91	100/89	2,6	2,3
4	94/89	97/92	2,2	2,4
5	96/88	99/91	2,2	2,2
6	97/90	101/95	2,0	1,9

знаменник-до випробувань, чисельник-після випробувань

Джерело розроблено авторами

Зміна шорховатості поверхні покриттів у процесі випробувань

№ з/п	Показники Ra (чисельник) та Rz (знаменник), мкм	
	У сухих умовах	У вологих умовах
1	0,353/0,521	0,412/0,912
2	0,357/0,537	0,391/1,141
3	0,412/0,683	0,382/1,240
4	0,352/0,487	0,253/1,007
5	0,381/0,510	0,268/1,217
6	0,351/0,612	0,308/1,517

Залежність ступеня екранування (x) від часу експозиції для покриттів складу 1, 2 та 3, які володіють найбільшими стабільними властивостями при дії від'ємних температур має яскраво виражений екстремальний характер (рис 7.). Протягом перших 48 годин експозиції показник X' досягає мінімуму після чого починається значне підняття (до 96 год) з наступним пологим спадом. Стабілізація відносного ступеня екранування настає після 150 год, а при 240 годинах її значення складає 0,46 - 0,52 (рис. 7.).

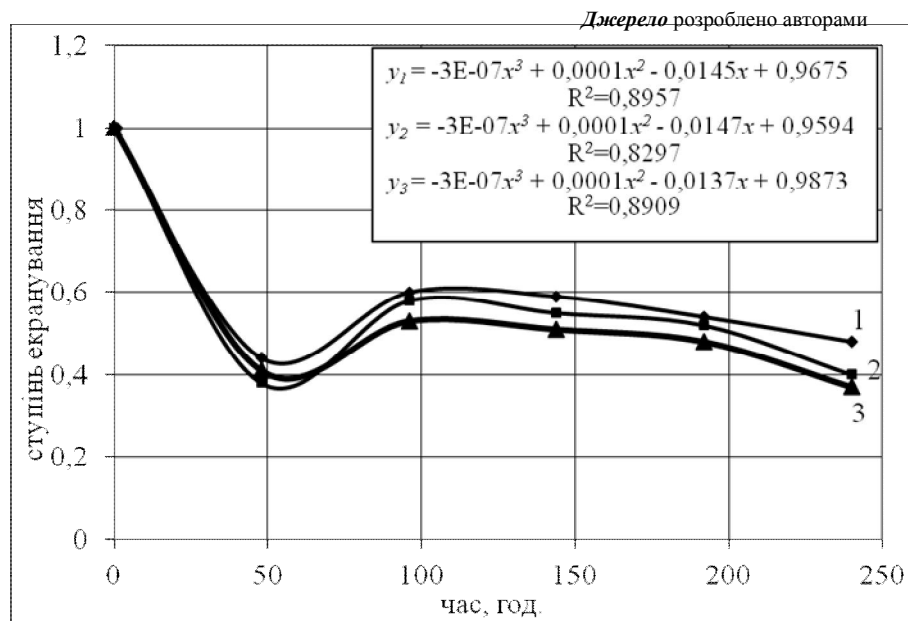


Рис. 7. Залежність ступеня екранування від часу експозиції покритої поверхні цегли складами 1-1; 2-3; 3-5.

Джерело розроблено авторами

Частка впливу відібраних факторів на величину результативного показника визначається коефіцієнтом детермінації R^2 . Коефіцієнт детермінації показує, наскільки регресія пояснює розсіювання значень результативної ознаки відносно середньої.

Аналізуючи результати вивчення атмосферостійкості покриттів, необхідно відзначити, що запропонований метод механохімічного диспергування оксидів у середовищі гідрофобізатора забезпечує формування матеріалу з покращеними ізолюючими та захисними властивостями. Дія атмосферних факторів не викликає їх глибокого руйнування. Основні процеси окиснення протікають тільки у поверхневому шарі полімеру без значного зменшення вмісту наповнювача [6,7].

Те, що корозійні процеси протікають у поверхневих шарах покриття, підтверджується зміною їх шорховатості. Після випробувань в умовах сухого (вологість до 60%) та вологого (вологість 90%) клімату протягом 1 року максимальне збільшення шорховатості Ra та Rz складало відповідно 0,487; 0,683 та 0,912; 1,517 мкм (табл. 5).

Мінімальна шорховатість характерна для покриття складу 1, а максимальна – складу 2. Корозійні процеси у вологих умовах протікають інтенсивніше, про що свідчать більш високі значення Ra і Rz.

Адгезійний контакт з поверхнею матеріалу для всіх досліджуваних покриттів міцний і його руйнування у результаті дії зовнішнього середовища не виявлено.

Від'ємні температури не значно впливають на гідрофобність захисного покриття [4,5]. Крайові кути змочування зменшуються не більше 5-11 градусів і для більшості покриттів перевищують 90 градусів, що пояснюється дією мінерального наповнювача, який у значній мірі знижує дифузю води. Поряд з руйнуючою дією води при від'ємних температурах можлива також і деструкція самого матеріалу.

Циклічна дія знакозмінних температур значно глибше впливає на гідрофобність. Крайовий кут змочування при експозиції протягом 24 циклів зменшується на 10-18 градусів, а ступінь екранування на 0,06-0,12.

Важливою характеристикою є довговічність розроблених складів захисних покриттів. Для лакофарбових покриттів її визначали за допомогою гідростата Г-4 згідно наступного режиму випробувань:

- вологість-95%
- температура 20 – 60 °С
- тривалість циклу – 4 год

Таблиця 6

Результати випробувань захисних покриттів у гігрататі

Склад покриття № з/п	Кількість циклів при температурі випробування		
	20 °С	40 °С	60 °С
1	42	38	34
2	44	41	37
3	50	44	42
4	48	45	42
5	54	50	44
6	58	52	45

Джерело розроблено авторами

Результати випробувань наведено у табл. 6.

Випробування проводились на металевих пластинах розміром 20x100мм. Завершення випробувань проходило при візуальному виявленню відшарування, здуття або розтріскування покриття.

Прийнято, що витримування покриттям без руйнування 15 циклів рівне довговічності 5 років, а 40 циклів – 12 років.

Результати досліджень вказують, що всі розроблені склади захисних покриттів володіють довговічністю більше 12 років при температурі випробувань 20 °С. Підвищення температури випробувань до 40 °С частково зменшує довговічність захисних покриттів складу 2-6, а покриття складу 1-2 мають довговічність менше 12 років, решта покриттів зберігають свої показники.

Отже, розроблені склади захисних покриттів є досить довговічними (більше 12 років), тому можуть ефективно використовуватися для покращення експлуатаційних властивостей лицьової цегли.

4. Висновки

1. Вивчено гідрофобні властивості лицьової цегли, модифікованої захисними покриттями, які дозволили оцінити енергетичний стан поверхні і можуть бути використані для дослідження експлуатаційних властивостей .

Захисні покриття стійкі до дії води. Їх водопоглинання зменшується після 30 діб перебування у воді з 9,8 до 1,7-2,3 мас.%, а крайовий кут змочування – на 2-6 градуси.

2. Встановлено, що дія мінусових температур підсилює корозійні процеси. Крайові кути змочування при температурі випробувань мінус 30 градусів зменшуються на 5-11 градусів, а водопоглинання збільшується на 11-24 %.

3. Показано, що корозійна стійкість захисних покриттів досить висока. Приріст маси досліджуваних зразків складає 0,030-0,065 мас.%, а крайовий кут змочування зменшується тільки на 3-5 градуси. При цьому встановлено, що довговічність покриттів складає 12 і більше років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Соломатов В. И. Прогнозирование долговечности керамических материалов на карбонатсодержащем сырье / В. И. Соломатов, С. Ч. Аннаев // Изв. Вузов. Строительство. – 1996; №1. – С.29-32.
2. Бабушкин В. И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа / В. И. Бабушкин. – Харьков: Вища школа, 1989 – 168с.
3. Онищенко А. С. Производство лицевой стеновой керамики на основе фосфатных соединений / А. С. Онищенко, Б. И. Мороз, Б. М. Даценко. – К.: Будівельник, 1985. – 46с.
4. Шилова М. В. Кремнийорганические гидрофобизаторы – эффективная защита строительных материалов и конструкций / М.В. Шилова // Строительные материалы. – 2003; №12. – С.40-41.
5. Абдрахимов В. З. Взаимосвязь пористо-капиллярной структуры и морозостойкости керамического материала / В. З. Абдрахимов, М. П. Зеллинг, Е. С. Абдрахимова, В. А. Юмина, Д. В. Абдрахимов та ін. // Материаловедение.– 2005; №6. – С.19-23.
6. Турченко А. Е. Формирование структуры керамических материалов из многокомпонентных шихт с использованием гидрофобизирующих и гидрофилизирующих добавок / А. Е. Турченко, А. А. Суслев // Вестн. БГТУ.– 2005; №10. – С.299-302.
7. Пат. 6391390 США МПК С09 D 133/04. Лаки для покрытий с повышенной долговечностью / BASF Corp. Boisseau John E., Aubin Donald L., Ohrbom Walter H. –№ 09/532763; заявл. 22.03.2000; опубл. 21.05.2002.