

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ КЕРАМІЧНОЇ ЛИЦЬОВОЇ ЦЕГЛИ

Анотація. Розглянуто етапи проходження комплексної оцінки якості захисних покриттів для керамічної лицьової цегли на основі поліметилфенілсилоксану та наповнювачів.

Ключові слова: захисні покриття, комплексна оцінка якості, якість, властивості захисних покриттів

Nayver I.

COMPLEX ESTIMATION OF THE QUALITY OF CERAMIC FACING BRICK PROTECTIVE COVERING CHARACTERISTICS

Summary. The stages of passing the complex estimation of the quality of ceramic facing brick protective covering characteristics on the basis of polimetilfenilsiloksanu and fillers are considered.

Keywords: protective, complex quality estimation, quality, protective covering characteristics

1. Вступ

Створення захисних покриттів із регульованим складом, структурою та кольором, а також оцінка їх якості, є однією з проблем, яка вирішується товарознавцями на основі аналізу результатів досліджень у галузі захисних покриттів.

На функціональність і довговічність захисних покриттів, які є показниками якості, впливає вид плівкоутворювача захисної композиції, вид наповнювача та структура покриття. Факторами, які впливають на поведінку лицьових будівельних матеріалів під час впливу вологи та знакозмінних температур є фазовий склад, характеристики покриття, структурні перетворення та зміни фазового складу в процесі експлуатації [1-4].

При оцінюванні якості захисних покриттів необхідно враховувати кожен з вищевказаних факторів, визначити їх взаємовплив.

Щоб оцінити захисну дію покриттів, потрібно визначити такі властивості, як: фізичні, фізико-механічні, фізико-хімічні та експлуатаційні [1].

Сьогодні при оцінюванні якості захисних покриттів користуються методиками, які розроблені для лакофарбових матеріалів, проте така оцінка не завжди буде об'єктивною, тому що не враховує складність захисних покриттів спеціального призначення, а саме атмосферостійкість, морозостійкість покриттів [3]. Також у сучасних нормативних документах на захисні покриття спеціального призначення не розроблено номенклатури показників якості. Тому впорядкування номенклатури показників якості і вибір системи їх оцінювання залишається актуальним.

Метою статті є проведення комплексної оцінки якості захисних покриттів на прикладі нових атмосферостійких покриттів на основі наповненого поліметилфенілсилоксану для керамічної лицьової.

2. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є атмосферостійке покриття на основі силіційорганічний лак КО-921 (поліметилфенілсилоксан) ГОСТ 16508-70, структурна одиниця $[(\text{CH}_3)_2\text{SiO}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{SiO}_{1,5}]_n$, R/Si = 1,5. Вміст елементів, мас. %: C-47,1; H-5,5; Si-26,7.

В якості наповнювача використовували заліза (ГОСТ 4143-77), хрому (ТУ 6-09-4227-76) та алюмінію (ГОСТ 30558-98) оксиди.

Дане покриття, можна застосовувати для нанесення на будівельні керамічні матеріали як захист від атмосферних впливів.

Склад вихідної композиції для атмосферостійкого покриття подано в табл. 1.

Таблиця 1

Склад вихідної композиції для захисного покриття

Вміст компонентів, мас. %				
№ покриття	КО-921	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
1	30	50	20	-
2	30	50	-	20

Фізичні, фізико-хімічні та експлуатаційні властивості досліджували на лицьовій цеглі КЛПр-1НФ-М150-1400-Ф35-1-ДСТУ БВ. 2.7-61:2008 Новороздільського та Солонського заводів, стандартними методами.

3. Результати досліджень

Товарознавчу оцінку захисних покриттів проводили з метою визначення їх якісних показників та вибору системи покриттів для конкретного будівельного матеріалу (лицьової цегли), залежно від їх призначення. Щоб оцінити якість захисних покриттів використаємо комплексний показник захисної ефективності, який враховує фізичні, фізи-

Комплекси показників якості захисних покриттів

Комплекси показників			Умовні позначення
Властивості захисних покриттів	Групи властивостей	Одиничні показники	
	Фізичні (гідрофізичні)	Морозостійкість	A ₁
		Водопоглинання	A ₂
	Фізико - механічні	Міцність при стиску (цегли)	B ₁
		Міцність при згині (цегли)	B ₂
		Міцність на згин (покриття)	B ₃
		Міцність на удар (покриття)	B ₄
	Фізико-хімічні	Адгезійна міцність	C ₁
Експлуатаційні	Атмосферостійкість	D ₁	
	Зовнішній вигляд (колір)	D ₂	
	Витрати покриття	D ₃	

За базові приймали значення показників покриття "Remisil". Порівняльну характеристику споживних властивостей захисних покриттів подано в таблиці 3.

Відносні показники якості K_i властивостей комплексів A, B, C, D, визначали з використанням графіка функцій бажаності Харрінгтона.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика споживних властивостей керамічної лицьової цегли обробленої захисним покриттям

№ з/п	Показник якості	Вимоги стандарту ДСТУ Б В.27-61:2008	Без покриття	Просочений препаратом "Remisil"	Оброблений запропонованим препаратом, складу	
					№ 1	№ 2
1	Морозостійкість, цикли	не менше 35	38	47	56	58
2	Водопоглинання, %	не менше 6	9,8	4,3	0,45	0,43
3	Крайовий кут змочування, град	не регламентується	43	67	96	95
4	Адгезійна міцність покриття, МПа	не регламентується	-	-	6,4	6,8
5	Міцність при стиску, МПа	12,5	12,7	15,6	18,4	18,5
6	Міцність при згині, Мпа цегли	1,9	2,0	2,5	2,9	2,9
7	Міцність на згин, мм покриття	не регламентується	-	-	2	2
8	Міцність на удар, Дж	не регламентується	-	-	4,0	4,0
9	Витрата покриття, кг/м ²	не регламентується	-	0,8	0,385	0,376
10	Колір покриття	не регламентується	-	Без колір-ний	стигла вишня	зелений
11	Вартість, грн/кг	не регламентується	-	85,6	37,0	40,0

Характеристика комплексів властивостей захисних покриттів включає в себе комплекс А – гідрофізичні (морозостійкість, водопоглинання); комплекс В – фізико-механічні (міцність на стиск, згин, удар); комплекс С – фізико-хімічні (адгезійна міцність), комплекс Д – експлуатаційні (атмосферостійкість, зовнішній вигляд, корозійна стійкість).

Комплекси показників якості захисних покриттів мають вигляд (табл. 2).

Одержані значення кількісних і відносних показників якості покриттів наведено в таблиці 4.

Експертне оцінювання проводили з допомогою спеціалістів у галузі будівництва. Завданням експертів було розташувати в кожній із груп показники за їх вагомістю.

За результатами математичної обробки були обрані пріоритетні показники.

Для опрацювання анкет в результаті експертного опитування була обрана послідовність:

Таблиця 4

Одиниці виміру	Кількісні показники якості				Відносні показники якості			
	Шифр	Нові покриття		Взяте за еталон	Шифр	Нові покриття		Взяте за еталон
		1	2			1	2	
Цикли	РА ₁	56	58	47	КА ₁	0,57	0,59	0,48
%	РА ₂	0,45	0,43	4,3	КА ₂	4,97	5,2	0,52
МПа	РВ ₁	18,4	18,5	15,6	КВ ₁	0,12	0,13	0,1
МПа	РВ ₂	2,9	2,9	2,5	КВ ₂	0,19	0,19	0,16
мм	РВ ₃	2	2	3	КВ ₃	0,01	0,01	0,15
Дж	РВ ₄	4,0	4,0	2,0	КВ ₄	1,18	1,18	0,59
МПа	РС ₁	6,4	6,8	2,8	КС ₁	2,29	2,4	1,0
градус	РД ₁	96	95	67	КД ₁	0,57	0,56	0,4
бали	РД ₂	-	-	-	КД ₂	-	-	0,25
Кг/м ²	РД ₃	0,385	0,376	0,8	КД ₃	0,17	0,16	0,35

• Результати опитувань експертів записують у таблицю апріорного ранжування;

• Визначається сума рангів кожної властивості $\sum r_{x1}$;

• Визначаємо квадрат відхилення суми рангів кожної властивості від середньої суми рангів за формулою:

$$\Delta^2 = \left(\Delta^2 = \sum_{j=1}^k (r_{x1})_j - \left(\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^n (r_{x1})_j \right) \right) n^2, \quad (1)$$

• Оцінюємо ступінь узгодженості оцінок експертів за допомогою коефіцієнта конкордації (узгодженості):

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)}, \quad (2)$$

де S- суми квадратів відхилень рангів оцінок різних експертів;

N-кількість експертів;

n-кількість властивостей.

• Визначається ступінь не випадковості узгодженості оцінок експертів за допомогою критерію Пірсона χ^2 для ступенів вільності, що дорівнюють (n-1):

$$\chi^2_{розр} = \frac{12S}{N \cdot n \cdot (n + 1)}. \quad (3)$$

Критерій Пірсона, який розраховали, порівнюють з табличними значеннями за умови $\chi_{розр} \geq \chi_{таб}^2$ та заданої вірогідності коефіцієнт узгодженості експертів вважають істотним.

Ранжування властивостей покриття подано в таблиці 5.

Коефіцієнт конкордації для всіх груп властивостей є більшим 1, тому судження експертів для всіх груп властивостей захисних покриттів є узгодженими.

Коефіцієнти вагомості визначали експертним методом:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1, \quad (4)$$

де M_i – коефіцієнт вагомості i-го показника;

N – кількість показників, що оцінюються.

$$M_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}, \quad (5)$$

Таблиця 5

Апріорне ранжування властивостей захисного покриття (за результатами експертного опитування)

Шифр експерта	Комплекс А		Комплекс В				Комплекс С	Комплекс Д		
	РА ₁	РА ₂	РВ ₁	РВ ₂	РВ ₃	РВ ₄	РС ₁	РД ₁	РД ₂	РД ₃
1	2	1	4	3	2	1	1	2	3	1
2	2	1	4	3	2	1	1	1	3	2
3	2	1	3	4	2	1	1	1	2	3
4	2	1	4	2	3	1	1	1	3	2
5	1	2	4	3	2	1	1	1	3	2
6	1	2	2	4	3	1	1	1	3	2
7	1	2	4	3	2	1	1	2	3	1
8	2	1	4	3	2	1	1	1	2	3
9	2	1	4	3	2	1	1	1	3	2
10	1	1	4	3	2	1	1	3	2	1
Δ^2	14	16	37	31	21	10	10	14	25	19
S	30		99				10	58		
W	0,6		0,2				0,12	0,39		
χ^2	6,0		5,9				6,0	5,8		

$$M_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n M_{ij} \quad (i = 1, 2, 3 \dots N), \quad (6)$$

де N – кількість експертів;

M_{ij} – коефіцієнт вагомості i -го показника, поданого j -м експертом ($j = 1, 2, 3 \dots N$).

Вагомість показників наданих експертами наведено в табл. 6.

За даними цих таблиць розраховано коефіцієнти вагомості, які подано в табл. 7.

Для зведення оцінок якості окремих властивостей приймали адитивну модель комплексної оцінки у вигляді середньозваженої арифметичної величини:

$$K_0 = \sum_{i=1}^N M_i \cdot K_i. \quad (7)$$

Розрахунок значення оцінки якості для групи властивостей А проводиться за формулою:

$$KA_0 = (MA_1 \cdot KA_1) + (MA_2 \cdot KA_2). \quad (8)$$

Таблиця 6

Вагомість показників згідно з даними експертної групи

Експерт	Коефіцієнти вагомості									
	Комплекси властивостей									
	Комплекс А		Комплекс В				Комплекс С	Комплекс Д		
	MA_1	MA_2	MB_1	MB_2	MB_3	MB_4	MC_1	MD_1	MD_2	MD_3
1	0,38	0,62	0,14	0,20	0,20	0,46	1,0	0,30	0,30	0,40
2	0,40	0,60	0,12	0,16	0,16	0,56	1,0	0,40	0,20	0,40
3	0,42	0,58	0,11	0,10	0,11	0,68	1,0	0,50	0,29	0,21
4	0,44	0,56	0,13	0,17	0,16	0,54	1,0	0,40	0,21	0,39
5	0,58	0,42	0,08	0,14	0,14	0,64	1,0	0,40	0,28	0,32
6	0,56	0,44	0,12	0,11	0,11	0,66	1,0	0,50	0,22	0,28
7	0,54	0,46	0,07	0,18	0,19	0,56	1,0	0,30	0,27	0,43
8	0,52	0,48	0,09	0,11	0,11	0,69	1,0	0,60	0,23	0,17
9	0,46	0,54	0,08	0,15	0,15	0,62	1,0	0,40	0,26	0,34
10	0,51	0,49	0,06	0,25	0,25	0,44	1,0	0,20	0,24	0,56

Таблиця 7

Коефіцієнти вагомості

Коефіцієнт вагомості									
Комплекси властивостей									
Комплекс А		Комплекс В				Комплекс С	Комплекс Д		
MA_1	MA_2	MB_1	MB_2	MB_3	MB_4	MC_1	MD_1	MD_2	MD_3
0,48	0,52	0,1	0,16	0,15	0,59	1,0	0,40	0,25	0,35

Міжгрупові результати ранжування властивостей ми виокремили в табл. 8.

Отримали значення:

- нове покриття 1 = 2,85;
- нове покриття 2 = 3,0;
- базове покриття = 0,5.

Розрахунок значення оцінки якості для групи властивостей В проводиться за формулою:

$$KB_0 = (MB_1 \cdot KB_1) + (MB_2 \cdot KB_2) + (MB_3 \cdot KB_3) + (MB_4 \cdot KB_4). \quad (9)$$

Отримали значення:

- нове покриття 1 = 0,58;
- нове покриття 2 = 0,59;

- базове покриття = 0,4.

Розрахунок значення оцінки якості для групи властивостей С проводиться за формулою:

$$KC_0 = (MC_1 \cdot KC_1).$$

(10)

Отримали значення:

- нове покриття 1 = 10,6;
- нове покриття 2 = 11,3;
- базове покриття = 1.

Розрахунок значення оцінки якості для групи властивостей Д проводиться за формулою:

$$KD_0 = (MD_1 \cdot KD_1) + (MD_2 \cdot KD_2) + (MD_3 \cdot KD_3). \quad (11)$$

Отримали значення:

- нове покриття 1 = 0,54;
- нове покриття 2 = 0,53;
- базове покриття = 0,34.

Узагальнену оцінку якості нових захисних покриттів складу 1, 2 і базового покриття визначали за формулою:

$$K_0 = (MA_0 \cdot KA_0) + (MB_0 \cdot KB_0) + (MC_0 + KC_0) + (MD_0 \cdot KD_0). \quad (12)$$

Отримали значення:

- нове покриття 1 = 3,5;
- нове покриття 2 = 3,7;
- базове покриття = 0,56.

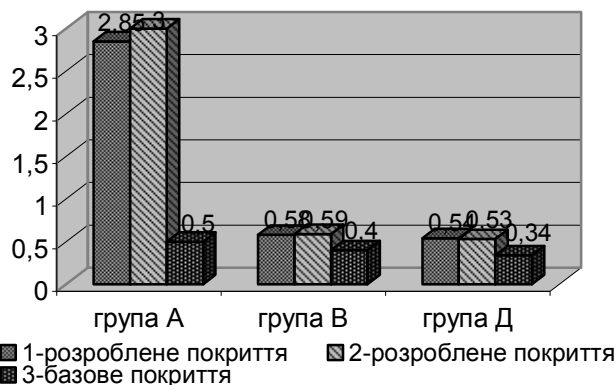


Рис.1. Оцінка рівня якості властивостей груп А, В, С

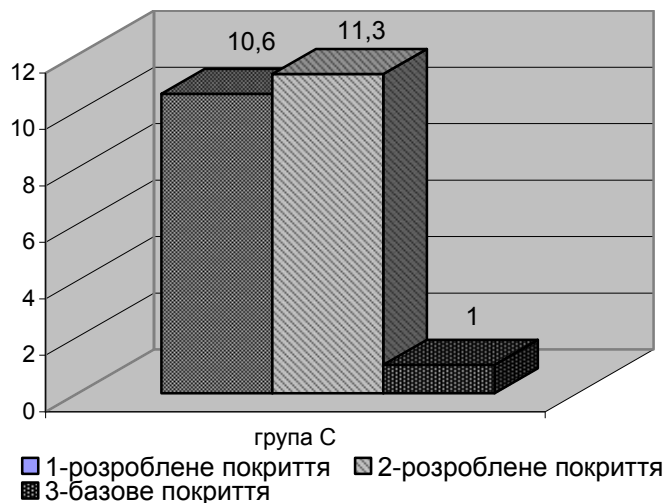


Рис.2. Оцінка рівня якості властивостей груп С

Таблиця 8

Міжгрупове ранжування властивостей

Шифр експерта	Міжгрупові							
	РА ₀		РВ ₀		РС ₀		РД ₀	
	ранжування	коэф. вагомості	ранжування	коэф. вагомості	ранжування	коэф. вагомості	ранжування	коэф. вагомості
1	1	0,30	2	0,25	4	0,20	3	0,25
2	1	0,35	3	0,20	4	0,20	2	0,25
3	1	0,30	2	0,30	3	0,20	4	0,20
4	1	0,25	2	0,25	3	0,25	4	0,25
5	1	0,35	4	0,20	2	0,25	3	0,20
6	2	0,30	4	0,10	3	0,20	1	0,4
7	1	0,25	2	0,25	3	0,25	4	0,25
8	1	0,4	4	0,10	2	0,25	3	0,25
9	4	0,10	1	0,35	3	0,25	2	0,30
10	1	0,25	2	0,25	3	0,25	4	0,25
Дисперсія рангів	14	-	26	-	30	-	40	-
Коефіцієнт вагомості	-	0,28	-	0,23	-	0,23	-	0,26
W	0,22							

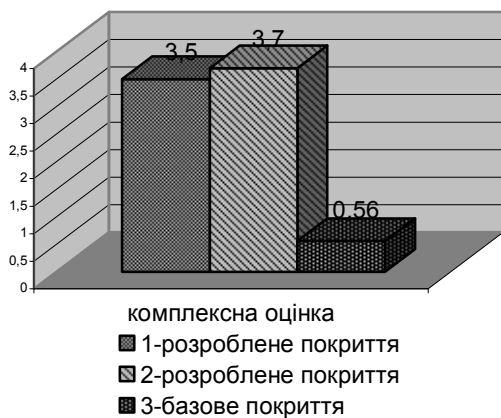


Рис.3. Комплексна оцінка якості захисних покриттів

4. Висновки

Результати комплексної оцінки якості показали, що розроблені нові покриття мають кращі властивості у порівнянні з базовим покриттям Remisil, головним чином за рахунок покращення атмосферостійкості, адгезійної міцності, корозійної стійкості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гивлюд М. М. Підвищення довговічності будівельних матеріалів оброблених силіційорганічними сполуками /М. М. Гивлюд І. Л. Дублянська// Вісник Львівського Університету. Теорія і практика будівництва. – 2007.–№ 326.–С.17-27
2. Шилова М. В. Кремнийорганические гидрофобизаторы – эффективная защита строительных материалов и конструкций / М. В. Шилова // Строительные материалы.–2003.– № 12.– С.40-41
3. Передрій О. І. Стан та перспективи застосування температуро- і вогнестійких захисних покриттів на основі наповнених силіційелементо-органічних сполук / О. І. Передрій // Вісник Хмельницького національного університету.– 2010.–№.1– С. 248-251.
4. Мережко Н. В. Споживні властивості температуро- та вогнезахисних покриттів / Н. В. Мережко // Товарознавчий вісник.– 2010.– Вип.2.– С.127-132
5. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова и другие.–М.: Наука,1971.–283 с.