

УДК 698

О. М. Махня к.т.н. доц.,  
В. І. Терновий к.т.н. проф. (КНУБА, м. Київ)

## ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ШПАКЛІВОК

**АНОТАЦІЯ.** Проаналізовано технологічні властивості сучасних цементних та цементно-вапняних шпаклівок за критеріями: область застосування шпаклівок, фізико-механічні та структурні властивості шпаклювального шару, технологічні режими і параметри влаштування, вартості покриття. Визначені комплексні показники ефективності шпаклівок за методом Харрінгтона.

**Ключові слова:** цементні, цементно-вапняні, шпаклівки, метод Харрінгтона, комплексний показник ефективності.

**SUMMARY.** The technological properties of the modern cement and cement-lime puttyings are analyzed on criteria: the domain of the puttying's application, the physical-mechanical and structural properties of the puttying layer, the technological regimes and the parameters of arrangement, the cost of coverage. The complex indexes of efficiency of puttyings are established by the Harrington's method.

**Key words:** cement, cement-lime, puttyings, the Harrington's method, the complex index of efficiency.

**Вступ.** Декоративно-естетичні властивості поверхонь конструкцій у більшій мірі залежить від якості підготовки поверхні під опорядження, тобто, від якості її шпаклювання. Все ширшого попиту набувають сухі будівельні суміші (СБС), що значно спрощують технологію приготування шпаклівок в умовах будмайданчику та гарантують їхні стабільні властивості. Сьогодні на ринку в Україні пропонується значна кількість СБС, що значно ускладнює їх вибір при проектуванні та виконанні робіт. При цьому у більшості випадків порівняння шпаклівок виконують за економічними та фізико-механічними показниками, без врахування їх технологічних властивостей. Крім того значна кількість показників, різна фізична розмірність їх значень та варіативність не дозволяють однозначно визначити найбільш ефективну шпаклівку.

**Метою досліджень** була спроба визначити єдиний комплексний показник ефективності шпаклівок за допомогою метода Харрінгтона.

**Виклад основного матеріалу.** Нами були розглянуті найбільш відомі в Україні шпаклівки торгових марок: "Ceresit", "Siltek", "Polimin", "Weber.Vetonit", "Polirem" і "Scanmix", загалом 13 марок, згідно технічної інформації фірм-виробників [1 - 6].

Оцінка технологічних властивостей шпаклівок велась за наступними критеріями: область застосування шпаклівок, фізико-механічні та структурні властивості шпаклювального шару, технологічні режими і параметри влаштування, а також вартості покриття.

Розглянуті шпаклівки застосовують для ремонту і вирівнюванням бетонних чи цементно-піщаних поверхонь (таб. 1) стін і стель всередині та зовні приміщень, які експлуатуються в сухих та вологих умовах. Необхідно відмітити, що шпаклівку СШп-431 Екстра рекомендовано вирівнювати поверхні, які піддаються деформаціям, а шпаклівки СШп-451 Люкс та S-12 рекомендують для опорядження гіпсокартону.

До структурних параметрів шпаклівки було віднесено мінімальну товщину шпаклювального шару одноразового нанесення (в межах від 0,1 до 3мм), допустиму максимальну глибину локальних тріщин при вирівнюванні (від 3 до 20мм), максимальний розмір частинок заповнювача (від 0,08 до 0,5 мм) та наявність в шпаклівці волокон армування, що підвищують стійкість до утворення усадкових тріщин (таб. 2).

Волокна армування присутні в шпаклівках СТ29 і СТ225 (Ceresit), S-11 (Siltek) та ТТ (Scanmix).

Фізико-механічні властивості шпаклівок наведені таб. 3. Міцність зчеплення шпаклювального шару з основою коливається від 0,3 до 0,8 МПа, міцністю на стиск затверділих шпаклівок змінюється від 6 до 20 МПа, паропроникність шпаклівок



знаходиться в межах від 0,02 до 0,15 мг/(м×год×Па), а морозостійкість - від 50 до 75 циклів.

Таблиця 1

## Рекомендовані області застосування шпаклівок

Варіанти шпаклівок, <i>i</i>		Варіанти основи під шпаклювання								Кількість варіантів основи, <i>x<sub>li</sub></i>
Торгов а марка	Марка шпаклівки	Рекомендований матеріал основи							Основи, що піддаються деформаціям	
		бетон	полімер- цемент	цементно- піщана	цементно- вапняна	водості йкий гіпсока ртон	газобе тон чи керамз итобет он	цегла		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Polirem	СШп-421	+	-	+	+	-	-	+	-	4
	СШп-431 Екстра	+	-	+	+	-	-	+	+	5
	СШп-451 Люкс	+	+	+	-	+	-	-	-	4
Weber.	VH	+	-	+	+	-	+	+	-	5
Vetonit	VH grey	+	-	+	+	-	+	+	-	5
Polimin	ШБ-7	+	-	+	+	-	-	-	-	4
Scanmi x	ТТ	+	-	+	-	-	+	+	-	4
	S	+	-	+	-	-	+	+	-	4
Siltek	S-10	+	+	+	+	-	-	-	-	4
	S-11	+	-	+	-	-	+	+	-	4
	S-12	+	+	+	+	+	-	-	-	5
Ceresit	СТ29	+	+	+	+	-	+	+	-	6
	СТ225	+	-	+	+	-	-	-	-	3

Були проаналізовані параметри і режими технології нанесення шпаклювального шару (таб. 4). Встановлено, що у більшості випадків шпаклівку рекомендують наносити вручну і тільки VH та VH grey виробник рекомендує наносити механізованим способом. Тривалість придатності шпаклювальної суміші коливається в межах від 0,5 до 4,5 год. Максимальна вологість в приміщенні чи навколишнього середовища, при підготовці фасадів, допускається вище середніх умов і, тільки, виробник ШБ-7 допускає вирівнювання поверхні при 100 % вологості.

Загладжування поверхні після нанесення шпаклівки допускається виконувати в межах від 5 до 30 хвилин.

Витримування нанесеного шару перед наступними технологічними операціями для твердіння рекомендують за нормальних температурно-вологісних умов (температура повітря +20<sup>0</sup>С, відносна вологість повітря 60%).

Шліфування вирівняної поверхні рекомендують після висихання та тужавлення шпаклювального шару протягом 4...48 год. Нанесення наступного шару шпаклівки, при багатшаровому вирівнюванні, виконують через 4 чи 48 год. Необхідно відмітити, що шпаклівку СТ29, наносять одним шаром і не шліфують, а тільки загладжують.

На термін наступного опорядження поверхонь впливає тривалість технологічних перерв, які надаються на висихання та тужавлення шпаклювальних шарів (таб. 5). Наносити наступні шари цементної шпаклівки допускається через 1...2 доби, гіпсової - після повного висихання нанесеного шару, орієнтовно, через 28 діб. При цьому фінішні шпаклівки не підлягають додатковому вирівнюванню.

Фарбування поверхонь допускається через 1...7 діб, при цьому шпаклівки СШп-421 (Polirem) та S-11(Siltek) не рекомендують в подальшому фарбувати. Наклеювання шпалер

допускається по шпаклівках СТ29 (Ceresit), VH і VH grey (Weber. Vetonit), ШБ-7(Polimin), S-10 (Siltek) та СШп-431 Екстра (Polirem).

Таблиця 2

**Структурні параметри шпаклівок**

Варіанти шпаклівок, $i$		Мінімальна товщина шару нанесення (мм), $x_{2i}$	Допустима глибина локальних тріщин при вирівнюванні (мм), $x_{3i}$	Максимальний розмір частинок заповнювача (мм), $x_{4i}$	Наявність волокон армування
Торгова марка	Марка шпаклівки				
1	2	3	5	6	7
<b>Стартові шпаклівки</b>					
Polirem	СШп-421	3	20	-	ні
Siltek	S-11	2	10	0,5	так
Ceresit	СТ29	2	20	-	так
<b>Фінішні шпаклівки</b>					
Weber.	VH	1	4	0,3	ні
Vetonit	VH grey	1	4	0,3	ні
Polimin	ШБ-7	1	5	0,2	ні
Polirem	СШп-451 Люкс	1	10	-	ні
Scanmix	S	2	5	0,08	ні
Siltek	S-10	0,1	5	0,1	ні
	S-12	0,1	2	0,1	ні
<b>Універсальні шпаклівки</b>					
Polirem	СШп-431 Екстра	3	20	-	ні
Scanmix	ТТ	2	20	0,3	так
Ceresit	СТ225	2	3	-	так

Таблиця 3

**Фізико-механічні показники шпаклівок**

Варіанти шпаклівок, $i$		Міцність, Мпа		Паропроникність, (мг/(м×год×Па)), $x_{7i}$	Морозостійкість (цикл), $x_{8i}$
Торгова марка	Марка шпаклівки	зчеплення з основою, $x_{5i}$	на стиск, $x_{6i}$		
1	2	3	4	5	6
<b>Стартові шпаклівки</b>					
Polirem	СШп-421	0,5	20	0,1	50
Siltek	S-11	0,7	7,5	0,07	50
Ceresit	СТ29	0,3	7	0,08	50
<b>Фінішні шпаклівки</b>					
Weber.	VH	0,5	6...8	-	-
Vetonit	VH grey	0,5	6...8	-	-
Polimin	ШБ-7	0,5	-	0,02	75
Polirem	СШп-451 Люкс	0,5	20	0,1	50
Scanmix	S	0,6	-	-	50
Siltek	S-10	0,3	-	0,15	-
	S-12	0,5	-	0,05	75
<b>Універсальні шпаклівки</b>					
Polirem	СШп-431 Екстра	0,7	25	0,1	50
Scanmix	ТТ	0,6...0,8	10	-	50
Ceresit	СТ225	0,3	7	0,05	75

При цьому по затверділих шпаклівках СТ29, VH, VH grey та ТТ наклеювання шпалер допускається через 1...2 доби, для S-10 - через 3 доби, а для ШБ-7 - тільки через 7 діб.



Таблиця 4

## Технологічні параметри та режими вирівнювання поверхонь

Варіанти шпаклівок, $i$		Тривалість придатності готової суміші (год), $x_{9i}$	Спосіб нанесення		Максимальна вологість повітря при нанесенні (%), $x_{10i}$	Тривалість витримування перед		
Торгова марка	Марка шпаклівки		вручну	механізовано		заглажуванням (хв), $x_{11i}$	несенням наступного шару (год), $x_{12i}$	шліфуванням (год), $x_{13i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Стартові шпаклівки</b>								
Polirem	СШп-421	1	+	-	80	-	-	-
Siltek	S-11	2,5	+	-	75	10...15	48	ні*
Ceresit	CT29	1	+	-	60	5...30	наносять одним шаром	ні
<b>Фінішні шпаклівки</b>								
Weber.	VH	3	+	+	-	-	24...48	24...48
Vetonit	VH grey	3	+	+	-	-	24...48	24...48
Polimin	ШБ-7	1	+	-	100	5...10	-	24
Polirem	СШп-451 Люкс	1	+	-	80	-	-	-
Scanmix	S	4,5	+	-	-	-	24	24
Siltek	S-10	1	+	-	75	10...15	12	12
	S-12	1	+	-	75	10...15	4	4
<b>Універсальні шпаклівки</b>								
Polirem	СШп-431 Екстра	1	+	-	80	-	-	-
Scanmix	ТТ	4	+	-	-	-	24	ні
Ceresit	CT225	0,5	+	-	60	-	24	24

\* ні - шліфування вирівнюваної поверхні не виконується.

Таблиця 5

## Тривалості витримування шпаклювальних шарів перед подальшим опорядженням

Варіанти шпаклівок, $i$		Тривалість витримування (добі) перед			
Торгова марка	Марка шпаклівки	нанесенням		фарб, $x_{16i}$	наклеюванням шпалер, $x_{17i}$
		шпаклівки	цементної, $x_{14i}$		
1	2	4	5	6	7
<b>Стартові шпаклівки</b>					
Polirem	СШп-421	-	-	ні*	ні
Siltek	S-11	2	28	ні	ні
Ceresit	CT29	1	-	1	1
<b>Фінішні шпаклівки</b>					
Weber.	VH	ні	ні	1...2	1...2
Vetonit	VH grey	ні	ні	1...2	1...2
Polimin	ШБ-7	ні	ні	7	7
Polirem	СШп-451 Люкс	ні	ні	-	ні
Scanmix	S	ні	ні	-	ні
Siltek	S-10	ні	ні	3	3
	S-12	ні	ні	3	ні
<b>Універсальні шпаклівки</b>					
Polirem	СШп-431 Екстра	-	-	-	-
Scanmix	ТТ	2	-	2	ні
Ceresit	CT225	ні	ні	3	ні

\* ні - не рекомендують застосувати для підготовки поверхні під цей матеріал.

Витрати та вартості матеріалів на підготовку поверхні наведено в таб. 6. На основі показників за нормальних температурно-вологих умов. Витрати СБС на влаштування 1 мм шпаклювального шару площею 1 м<sup>2</sup>. Вартість матеріалів прийнята в ринкових цінах по м. Києву початку 2013 року. Встановлено, що загальні витрати суміші змінювались в межах від 0,9 до 3 кг/м<sup>2</sup>, а вартість СБС - в межах від 56,3 до 282,4 грн/м<sup>2</sup>.

Наведені показники не дозволяють відразу визначити найбільш ефективну марку шпаклівки, а тому, враховуючи різну розмірність розглянутих показників, автори пропонують для отримання комплексного показника ефективності застосувати метод Харрінгтона [7, 8]. Суть цього методу полягає в тому, що формування єдиного комплексного показника здійснюється із безрозмірних показників бажаності, в які перетворюють фізичні показники.

Таблиця 6

Показники витрат матеріалів та вартості при шпаклюванні поверхонь

Варіанти шпаклівок, <i>i</i>		Витрати СБС (кг) на 1м <sup>2</sup> поверхні при товщині шару 1мм	Орієнтовна вартість СБС, грн	
Торгова марка	Марка шпаклівки		упаковки (25 кг)	1м <sup>2</sup> поверхні, при товщині шару 1мм, $x_{18i}$
1	2	3	6	7
Стартові шпаклівки				
Polirem	СШп-421	1,5	37,5...55,2	56,3...82,8
Siltek	S-11	1,4	66,9...81,4	93,7...114
Ceresit	СТ29	1,6	70,7...91,9	113,1...147,1
Фінішні шпаклівки				
Weber.	VH	1,2	195,1...235,3	234,1...282,4
Vetonit	VH grey	1,2	184,7...203,2	221,6...243,8
Polimin	ШБ-7	1,35	106...121,6	143,1...164,2
Polirem	СШп-451 "Люкс"	0,9...1,1	81,9...135,2	73,7...148,7
Scanmix	S	1...2	70,1...116,5	70,1...233
Siltek	S-10	1,0	81,8...101,2	81,8...101,2
	S-12	1,1	101,5...133	111,7...146,3
Універсальні шпаклівки				
Polirem	СШп-431 "Екстра"	1,5	68,7...82,4	103,1...123,6
Scanmix	ТТ	2...3	49,1...78	98,2...234
Ceresit	СТ225	1,4	113...146,2	158,2...204,7

Для визначення комплексного показника ефективності  $K_i$  було відібрано 18 фізичних показників ( $x_{ji}$ ) див. таб. 1 - 6. Потім були використані функції перетворення фізичних показників у безрозмірні (функції бажаності), для яких Є. Харрінгтон застосував криві Гомперца:

$$d_j = \exp[-\exp(-y_j)], \quad (1)$$

де  $y_j = f(x_j)$  - безрозмірний допоміжний показник перетворення фізичних показників у показники ефективності. Для кращого сприйняття весь інтервал функції бажаності поділений на ряд психологічних проміжків, які відповідають градаціям ефективності: погано, задовільно, добре та відмінно. Всередині основних проміжків (задовільно, добре і відмінно) були вибрані базові точки, які відповідають граничним значенням показників ефективності. За Харрінгтоном значення  $d_{ji}$  в них відповідно становить 0,37; 0,63; 0,80. При цьому значення допоміжних показників ( $y_{ji}$ ) буде становити відповідно 0; 0,77; 1,53. В загальному вигляді функцію перетворення можна запастати, як

$$y_j = a_0 + a_1 x_j, \quad (2)$$

при рівномірній лінійній шкалі зростання значення фізичного показника; та



$$y_j = a_0 + a_1x_j + a_2x_j^2, \quad (3)$$

при нерівномірній (нелінійній) шкалі зростання значення фізичного показника. Коефіцієнти були визначені в результаті розв'язання системи рівнянь для відповідних значень фізичних та допоміжних показників у граничних точках (задовільно, добре, відмінно) (таб. 7).

Значення фізичних показників у граничних точках були прийняті згідно вимог нормативних документів [9], експертних оцінок та наявного досвіду застосування шпаклівок.

Таблиця 7

**Параметри функції перетворення натуральних ( $x_{ji}$ ) на допоміжні ( $y_{ji}$ ) показники**

j	Назва фізичного показника ( $x_{ji}$ )	Коефіцієнти функції перетворення			Граничні значення $x_{ji}$ при визначенні допоміжних показників $y_{ji}$		
		$a_0$	$a_1$	$a_2$	Задовільно, $y_{ji}=0$	Добре, $y_{ji}=0,77$	Відмінно, $y_{ji}=1,53$
1	Кількість можливих варіантів основи, шт	-0.219	0.219	-	1	-	8
2	Мінімальна товщина шару, мм	1.836	-0.612	-	3	-	0.5
3	Максимальна допустима глибина локальних тріщин, мм	-0.27	0.09	-	3	-	20
4	Максимальний розмір частинок заповнювача, мм	1.821	-3.643	-	0.5	-	0.08
5	Міцність зчеплення з основою, Мпа	-3.825	7.65	-	0.5	-	0.7
6	Міцність на стиск, Мпа	-0.219	0.087	-	2.5	-	20
7	Паропроникність, мг/(м×год×Па)	-3.06	30.6	-	0.1	-	0.15
8	Моростійкість, цикл	-3.06	0.061	-	50	-	75
9	Термін придатності готової суміші, год	-0.75	1.481	0.04	0.5	1	4.5
10	Максимальна вологість повітря, %	-2.295	0.038	-	60	-	100
11	Тривалість витримання перед наступним загладжуванням, хв	1.836	-0.061	-	30	-	5
12	Тривалість витримання перед нанесення наступного шару, год	1.67	-0.035	-	48	-	4
13	Тривалість витримання перед наступним шліфуванням, год	1.836	-0.077	-	24	-	4
14	Тривалість витримання перед нанесення цементної шпаклівки, доби	3.06	-1.53	-	2	-	1
15	Тривалість витримання перед нанесення гіпсової шпаклівки, доби	6.12	-0.219	-	28	-	21
16	Тривалість витримання перед нанесення фарби, доби	1.785	-0.255	-	7	-	1
17	Тривалість витримання перед наклеюванням шпалер, доби	1.785	-0.255	-	7	-	1
18	Орієнтовна вартість СБС 1м2 поверхні, при товщині шару 1мм, грн	1.913	-0.008	-	250	-	50

Після цього, використавши необхідні залежності та отримані значення в граничних точках, було розраховано допоміжні безрозмірні показники ( $y_{ji}$ ) для кожного фізичного показника ( $x_{ji}$ ). Після встановлення за допомогою функції бажаності психологічних показників  $d_{ji}$  було вираховано комплексний показник ефективності як середнє геометричне значення ряду показників:

$$K_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n d_{ji}} \quad (4)$$

де  $n$  - кількість фізичних показників ( $x_{ji}$ ), які було відібрано для дослідження. В статті розглянуто 18 фізичних показників.

В результаті виконання необхідних розрахунків були отримані комплексні показники ефективності застосування цементних та цементно-вапняних шпаклівок з СБС для вирівнювання поверхонь, які наведені у вигляді діаграми (рис 1).

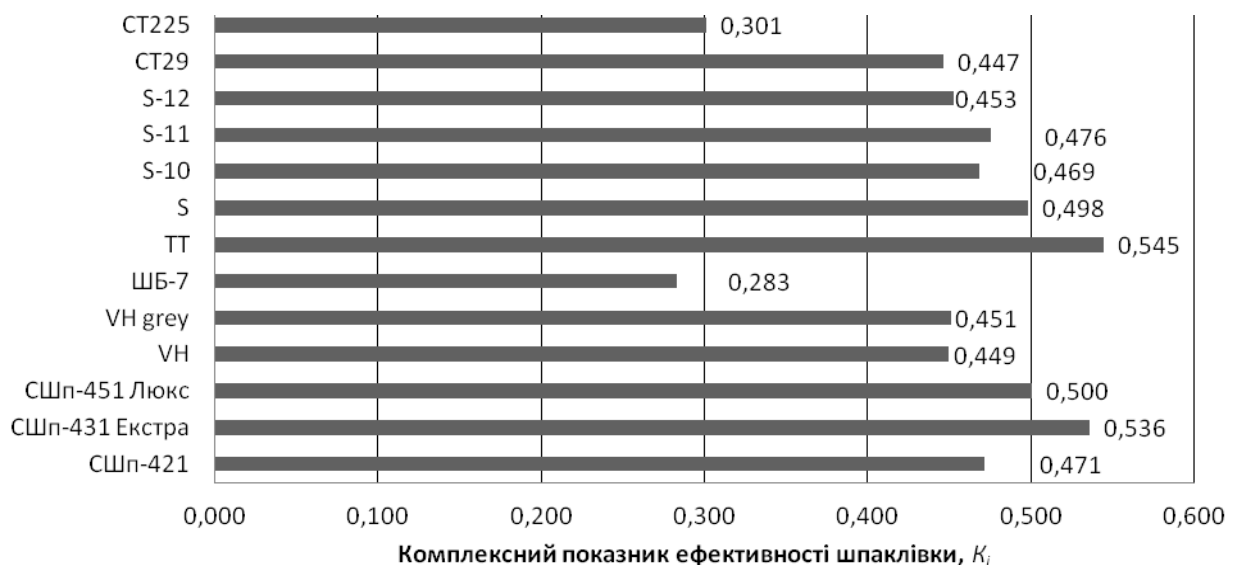


Рисунок 1. Комплексні показники ефективності цементних та цементно-вапняних шпаклівок.

Результати аналізу виявили, що найбільш позитивні показники ефективності мають шпаклівки ТТ (0,545) торгової марки Scanmix та СШп-431 Екстра (0,536) і СШп-451 "Люкс" (0,500) торгової марки Polirem. Ці значення знаходяться в інтервалі психологічних показників "добре" - "задовільно". Найнижчі показники ефективності мають шпаклівки ШБ-7 (0,283) та СТ225 (0,301) відповідно торгових марок Polimin та Ceresit. Ці значення знаходяться нижче задовільного рівня.

### Висновки

1. Дослідження за комплексним показником ефективності показали, що із 15 розглянутих шпаклівок 11 задовольняють узагальнені бажані вимоги.
2. Найвищий показник ефективності має шпаклівка ТТ торгової марки Scanmix, який свідчить про значну універсальність цієї шпаклівки.

### Література

1. [www.ceresit.ua](http://www.ceresit.ua) - Сайт торгової марки "Ceresit" компанії «Хенкель Баутехнік (Україна)».
2. [www.siltek.kovalska.com/ua](http://www.siltek.kovalska.com/ua) - Сайт торгової марки "Siltek" компанії ПрАТ «Термінал-М» із Промислово-будівельної групи «Ковальська».
3. [www.polimin.ua](http://www.polimin.ua) - Сайт торгової марки "Polimin" групи компаній "Фомальгаут".
4. [www.weber-vetonit.ru](http://www.weber-vetonit.ru) - Сайт торгової марки "Weber. Vetonit" компанії ТОВ "Сен-Гобен Строительная Продукция Рус".
5. [www.polirem.ua](http://www.polirem.ua) - Сайт торгової марки "Polirem" компанії ТОВ "Полірем-Центр".
6. [www.scanmix.ua](http://www.scanmix.ua) - Сайт торгової марки "Scanmix" компанії ТОВ "Сканмікс-Україна".
7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
8. ДБН В.2.6-22-2001. Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей: Конструкції будинків і споруд. - К.: Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 2001 р. - 51с. - Чинний з 1.01.2002.