

УДК 693.61:69.059.25

О. С. Молодід, асистент (КНУБА, Київ)

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ РЕСТАВРАЦІЙНОЇ ЦЕМ'ЯНКОВОЇ ШТУКАТУРКИ ВІД СПОСОБУ УЩІЛЬНЕННЯ ШТУКАТУРНОЇ СУМІШІ

АНОТАЦІЯ: наведено результати досліджень впливу способу ущільнення запропонованої реставраційної цем'янкової штукатурки, після її формування в опалубку, на створення в ній тріщин, міцність на стиск, міцність зчеплення з основою та пористість.

Ключові слова: реставрація, цем'янкова штукатурка, ущільнення, штикування, вібрування, розчинна суміш, фізико-механічні показники.

АННОТАЦИЯ: приведены результаты исследований влияния способа уплотнения предложенной реставрационной цементной штукатурки, после ее формирования в опалубку, на создание в ней трещин, прочность на сжатие, прочность сцепления с основанием и пористость.

Ключевые слова: реставрация, цементная штукатурка, уплотнения, штыкование, вибрирование, растворная смесь, физико-механические показатели.

SUMMARY: the effects of compaction method proposed restoration tsemyankovoyi plaster, after its formation in formwork, to create it cracks, the compressive strength, the strength of adhesion to the base and porosity.

Keywords: restoration, tsemyankova plaster, seal, shtykvannya, vibration, mortar mix, physical-mechanical parameters.

Постановка проблеми. За результатами аналітичних та експериментальних досліджень було запропоновано реставраційну цем'янкову штукатурну розчинну суміш [1]. Лабораторні дослідження запропонованого матеріалу показали, що його експлуатаційні показники відповідають вимогам, установленим Європейською асоціацією реставраторів [2]. Опираючись на загальновідомі положення, автор установив [3], що під впливом певних технологічних чинників, фізико-механічні показники запропонованої штукатурки можуть змінюватись. Для вивчення впливу технології штукатурення, способом формування розчинної суміші в опалубку, на експлуатаційні показники штукатурки із запропонованого матеріалу було виконано ряд експериментальних досліджень [4].

Ціль цієї статті – викладення результатів досліджень впливу способу ущільнення штукатурної розчинної суміші в опалубці на фізико-механічні показники цем'янкової штукатурки.

Виклад основного матеріалу. Експериментальні дослідження виконували в лабораторії, з температурою повітря 18 – 20° С і вологості повітря близько 50 %.

На окремих цеглинах було виготовлено фрагменти штукатурки, методом формування розчинної суміші в прикріплену до цегли опалубку-бортоснастку розміром 250 x 120 мм.

Першого дня на основу для штукатурки на всі цеглини нанесли ґрунтовку «Ceresit СТ 17». На другий день на 50 % площі основи (проґрунтованої поверхні) нанесли контактний шар з допомогою трафарету. Третього дня, безпосередньо перед початком укладання розчинної суміші, поверхню цегли з контактним шаром зволожили до 12 % і відразу ж влаштовували штукатурний шар. Для цього до цегли кріпили опалубку-бортоснастку, змащену мастилом «АГАТ-С5».

Розчинну суміш, з водов'язучим відношенням рівним 1,1, перемішували під час приготування в продовж 2 хвилин.

У дві опалубки-бортоснастки укладали розчинну суміш без ущільнення. У наступні чотири опалубки-бортоснастки укладали розчинну суміш, штикуючи її в двох опалубках по 20 раз металевим стрижнем діаметром 6 мм і в двох інших – 40 раз. Ще в шести опалубках-бортоснастках розчинну суміш ущільнювали вібруванням опалубки. Для вібрування, до бокової металевої сторони опалубки прикладали зусилля перфоратора в режимі «удар». За



хвилину перфоратор виконував 2550 ударів, енергією 2,2 Дж кожен. Таким способом суміш у кожних двох із шести опалубок, вібрували впродовж 10, 30 та 60 с.

Через 24 години, після формування штукатурки, бортоснастка знімали з цегли і оглядали штукатурку на наявність тріщин. Огляд періодично повторювали впродовж наступних 27 діб. За результатами оглядів на отриманих зразках штукатурки тріщин не було виявлено.

Із фрагментів штукатурок розміром 250 x 120 мм вирізали зразки, для визначення їх фізико-механічних показників (міцності на стиск, міцності зчеплення з основою, пористості) за стандартними методиками. Результати дослідів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні показники цем'янової штукатурки при різних способах ущільнення розчинної суміші

№ серії дослідів	Спосіб ущільнення	Фізико-механічні показники штукатурки:					
		міцність на стиск, МПа		міцність зчеплення з основою, МПа		пористість, %	
1	без ущільнення	1,85	100 %	0,441	100 %	48,7	100 %
2	штикування 20 раз	2,01	108,6 %	0,450	102,0 %	46,8	96,0 %
3	штикування 40 раз	2,12	114,6 %	0,461	104,5 %	44,6	91,6 %
4	вібрування опалубки 10 с	1,89	102,1 %	0,446	101,0 %	47,6	97,7 %
5	вібрування опалубки 30 с	2,11	114,0 %	0,460	104,3 %	44,4	91,1 %
6	вібрування опалубки 60 с	2,23	120,5 %	0,469	106,3 %	43,3	88,9 %
Вимоги нормативних документів		1,5 - 5		> 0,4		> 45	

Експеримент показав, що при ущільненні суміші штикуванням, міцність штукатурки збільшується майже пропорційно збільшенню кількості разів штикування. Міцність штукатурки, розчинну суміш якої штикували 20 раз, збільшилась на 0,16 МПа у порівнянні із міцністю штукатурки, суміш якої не ущільнювали, а штукатурка, суміш якої штикували 40 раз, має міцність на стиск більшу на 0,27 МПа. Отже, міцність на стиск штукатурних зразків збільшилась на 8,6 % та 14,6 % при штикуванні суміші 20 та 40 разів відповідно, у порівнянні із штукатуркою, суміш якої не ущільнювали.

Аналогічна тенденція збільшення міцності на стиск штукатурних зразків, спостерігається і при збільшенні тривалості вібрації опалубки. Міцність на стиск зразків штукатурки, суміш якої вібрували 10 с, 30 с та 60 с на 2,0 %, 14,0 % та 20,5 % відповідно, вища у порівнянні із штукатуркою, суміш якої не вібрували взагалі.

За результатами експериментів побудовано графіки зміни міцності на стиск штукатурки в залежності від різної кількості роботи ущільнення (рис.1, а, б). Ці залежності апроксимовані математичними функціями.

Отже, міцність штукатурки на стиск змінюється при зміні кількості роботи ущільнення за наступними математичними залежностями:

- при штикуванні:

$$R_{ct} = -6 \cdot 10^{-5} \cdot n^2 + 9,2 \cdot 10^{-3} \cdot n + 1,85 \quad (1)$$

де n – кількість штикування, разів.

- при вібруванні:

$$R_{ct} = -6 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 + 1,06 \cdot 10^{-2} \cdot t + 1,82 \quad (2)$$

де t – тривалість вібрування, с.

У цілому слід відмітити, що показники міцності на стиск штукатурки, за результатами всіх дослідів, знаходяться в межах від 1,5 до 5,0 МПа і задовольняють Вимогам нормативних документів до реставраційних штукатурок [2].

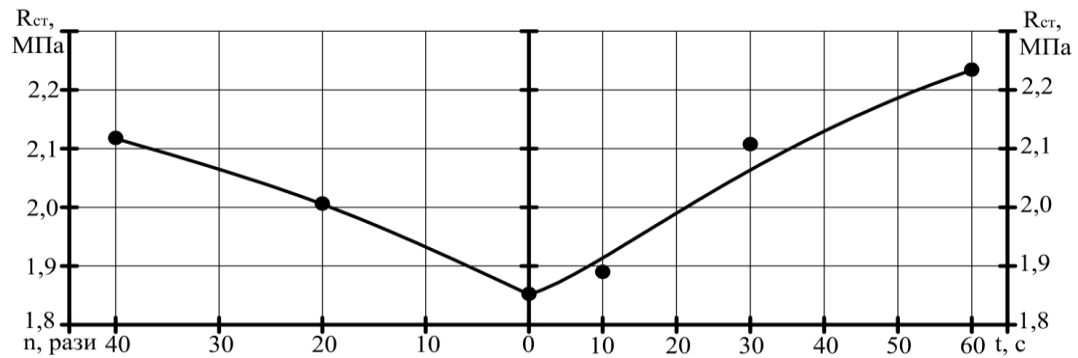


Рис. 1. Залежність міцності штукатурки на стиск від зміни кількості роботи ущільнення розчинної суміші: *a* – штикування; *б* – вібрування.

Міцність зчеплення штукатурного шару з основою на 2,0 % вища при штикуванні розчинної суміші металевим стрижнем 20 разів і на 4,5 % при штикуванні 40 разів, у порівнянні із штукатурним шаром, суміш якого не штикували

Експеримент, також, засвідчив, що збільшення тривалості вібрування опалубки збільшує міцність зчеплення з основою. Так, зі збільшенням тривалості вібрування до 10 с міцність зчеплення з основою збільшується на 1,1 %. Підвищення міцності зчеплення зі збільшенням тривалості вібрування до 30 с та до 60 с складає 4,3 % і 6,3 % відповідно. За результатами експериментів побудовано графіки зміни міцності зчеплення штукатурки з основою в залежності від різної кількості роботи ущільнення (рис.2, а, б). Ці залежності апроксимовані математичними функціями.

Таким чином, міцність зчеплення з основою змінюється при зміні роботи ущільнення за наступними математичними залежностями:

- при штикуванні:

$$R_{bf} = 3 \cdot 10^{-6} \cdot n^2 + 4 \cdot 10^{-4} \cdot n + 0,441 \quad (3)$$

де n – кількість штикування, разів.

- при вібруванні:

$$R_{bf} = -5 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 + 8 \cdot 10^{-4} \cdot t + 0,44 \quad (4)$$

де t – тривалість вібрування, с.

Слід зазначити, що всі значення показника міцності зчеплення штукатурки з основою більші ніж 0,4 МПа і задовольняють нормативні вимоги [2].

Пористість штукатурки, суміш якої не ущільнювали, складає 48,7 %, а штукатурки, суміш якої штикували стрижнем 20 разів - 46,8 %, що нижче на 4,0 % від пористості штукатурки, суміш якої не штикували. При збільшенні кількості штикування розчинної суміші до 40 разів, пористість штукатурки знизиться до 44,6 %, що нижче від необхідного, установленого нормами [2]. Нормоване значення пористості передбачено не нижче 45 %.

Пористість штукатурки, розчинну суміш якої ущільнювали вібруванням опалубки протягом 10 с, знизилась на 2,2 % у порівнянні із штукатуркою, суміш якої не вібрували. При вібруванні опалубки з штукатурною сумішшю протягом 30 с та 60 с пористість штукатурки знижується, відповідно на 8,8 % та 11,0 % і складає 44,4 % та 43,3 %, що нижче за мінімальне необхідне значення в 45 %.

За результатами експериментів побудовано графіки зміни пористості штукатурки в залежності від різної кількості роботи ущільнення (рис.3, а, б), ці залежності апроксимовані математичними функціями.

Отже, пористість штукатурки змінюється при зміні роботи ущільнення за наступними математичними залежностями:

- при штикуванні:

$$V_p = -4 \cdot 10^{-4} \cdot n^2 - 8,75 \cdot 10^{-2} \cdot n + 48,7 \quad (5)$$

де x – кількість штикування, разів.

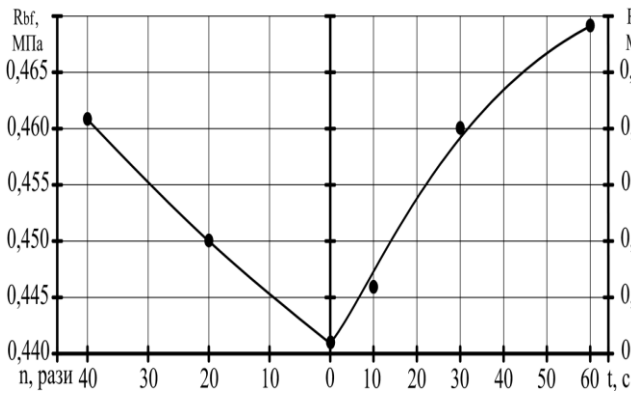


Рис. 2. Залежність міцності зчеплення штукатурки з основою від зміни кількості роботи ущільнення розчинної суміші: а – штикування; б – вібрування.

- при вібруванні:

$$V_p = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 0,192 \cdot t + 48,93 \quad (6)$$

де t – тривалість вібрування, с.

Результати досліджень та їх графічна ілюстрація свідчать, що для отримання необхідної пористості штукатурки (більше 45 %) кількість роботи ущільнення запропонованої розчинної суміші необхідно обмежити (див. рис. 3, табл. 2).

Таблица 2.

Кількість роботи ущільнення розчинної суміші, при якій пористість штукатурки більша 45 %

№ п/п	Спосіб ущільнення	Рекомендована кількість ущільнюючої роботи
1	штикування металевим стрижнем, разів	від 0 до 36
2	вібрування перфоратором опалубки, с	від 0 до 26

Висновки:

1. На функціональну якість реставраційної цем'янкової штукатурки значний вплив має спосіб ущільнення розчинної суміші після її укладання в опалубку.
2. Штукатурка має необхідну міцність на стиск (1,5 – 5 МПа) при ущільненні як штикуванням так і вібруванням. Міцність на стиск зростає пропорційно зі збільшенням роботи ущільнення.
3. Міцність зчеплення штукатурки з основою більша 0,4 МПа виявлена при будь-якому із досліджуваних способів ущільнення розчинної суміші.
4. Пористість штукатурки більша 45 % зберігається при ущільненні розчинної суміші штикуванням до 36 разів або вібруванням опалубки не довше 26 с.

Література

1. Терновий В. І. Дослідження складу реставраційної цем'янкової штукатурки / В. І. Терновий, Р. Б. Гуцуляк, О. С. Молодіт // Теорія і практика будівництва. – Київ: КНУБА. – 2011. Вип.7. – С. 19-22.
2. WTA Merkblatt 2-2-91/D. Sanierputzsysteme. Deutsche Fassung. Stand Juli 1992 (Vorversion): Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. – WTA-, München; 1992, 9 S. – [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.wta.de/>.
3. Молодіт О. С. Виявлення технологічних чинників, які впливають на експлуатаційні показники штукатурок / Молодіт О. С. // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця : Універсум-Вінниця. – 2012. – № 1. – С. 66 – 69.
4. Терновий В. І. Дослідження впливу технологічних чинників на основні показники цем'янкової штукатурки / В. І. Терновий, О.С.Молодіт / Вісник ОДАБА. – Одеса : «Зовнішпрекламсервіс». – 2012. – Вип. 47. – С. 322 – 327.