

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ШТУКАТУРКИ SILTEK PM-10 НА ПОВЕРХНЯХ ІЗ КЕРАМЗИТОБЕТОННИХ БЛОКІВ

В.І.Терновий¹, І.М.Уманець¹, О.В.Стоян², Н.Р.Антонюк³

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури

² ПрАТ “Термінал-М”

³ Одеська державна академія будівництва і архітектури

Вступ. Для кладки зовнішніх стін сучасних будівель широко застосовують теплоізоляційні керамзитобетонні блоки. При штукатуренні внутрішніх поверхонь стін із цих блоків часто проявляються дефекти пов’язані з недостатньою міцністю штукатурного шару та його міцністю зчеплення з поверхнею керамзитобетонних блоків. Для підвищення показників міцності застосовують цементно-вапняну штукатурку, а для збільшення її зчеплення з поверхнею із керамзитобетонних блоків наносять додатково адгезивний шар або закріплюють до поверхні штукатурну сітку. Такі заходи збільшують трудомісткість та вартість штукатурки але не завжди досягають мети.

Робоча гіпотеза наших досліджень передбачала, що досягнення необхідних міцнісних показників штукатурки можна забезпечити дотриманням певних значень при влаштуванні штукатурки.

Мета досліджень полягала у експериментальному виявленні залежності міцнісних показників цементно-піщаної штукатурки від, технологічних чинників, які у найбільшій мірі впливають на ці показники під час влаштування штукатурки.

Виклад основного матеріалу. У лабораторії приватного акціонерного товариства «Термінал-М», м. Київ, на фрагментах керамзитобетонних стін була влаштована штукатурка із розчинної суміші приготовленої із сухої будівельної суміші Siltex PM-10 при різних значеннях технологічних чинників.

Через 28 діб твердіння із штукатурки вирізали зразки для дослідження показників міцності. Досліди повторювали 3-5 разів.

Як найбільш впливові технологічні чинники на міцнісні показники штукатурки [1] нами прийняті за рекомендаціями [2]: ступінь ґрунтування поверхні, вологість поверхні, рухомість розчинної суміші

У експериментах контролювали значення показників міцності (на розтяг при вигині, на стиск та зчеплення з основою) при різних комбінаціях технологічних чинників [3,4].

Для проведення експериментальних досліджень використали несиметричний D – оптимальний трьохфакторний план з 15-ти

експериментальними точками [3]. Варіювали наступні чинники:

1) ґрунтування поверхні $X_1 = 50 \pm 50 \%$, де: 0% – не ґрунтовано; 50% – концентрація ґрунтової – 50%; 100% – концентрація ґрунтової – 100%;

2) вологість поверхні $X_2 = 1.4 \pm 0.8 \%$;

3) рухомість розчинової суміші $X_3 = 8 \pm 1$ см.

Варіюванням кількості води досягали рухомості розчинної суміші 7 см, 8 см і 9 см.

План експерименту в кодових і натуральних значеннях перемінних та результати показників міцності наведено в табл. 1.

Таблиця 1

План експерименту в кодових і натуральних значеннях перемінних та результати визначення значень показників міцності

№ п/п	Кодові значення чинників			Натуральні значення чинників			Значення показників міцності		
				X_1	X_2	X_3	розтяг при вигині, МПа	стиск, МПа	зчеплен- ня з основною, МПа
	x_1	x_2	x_3	ґрунту- вання поверхні, %	вологість основи, %	рухо- мість, см			
1	1	1	1	100	2,2	9	1,15	2,15	0,21
2	-1	1	1	0	2,2	9	1,20	2,56	0,22
3	1	-1	1	100	0,6	9	1,06	2,69	0,08
4	-1	-1	1	0	0,6	9	1,14	2,24	0,17
5	1	1	-1	100	2,2	7	1,34	3,17	0,24
6	-1	1	-1	0	2,2	7	1,68	4,03	0,29
7	1	-1	-1	100	0,6	7	1,48	3,15	0,30
8	-1	-1	-1	0	0,6	7	1,25	4,25	0,23
9	1	0	0	100	1,4	8	1,37	2,87	0,30
10	-1	0	0	0	1,4	8	1,39	2,90	0,33
11	0	1	0	50	2,2	8	1,96	3,94	0,35
12	0	-1	0	50	0,6	8	1,72	3,35	0,25
13	0	0	1	50	1,4	9	1,23	2,34	0,16
14	0	0	-1	50	1,4	7	1,76	4,60	0,08
15	0	0	0	50	1,4	8	1,28	3,55	0,23

Всі результати експерименту піддавались багатоступеневій математичній обробці в системі COMPEX-99 (ОДАБА).

За 15 експериментальними значеннями міцності на розтяг при вигині побудована трьохфакторна експериментально-статистична залежність (похибка експерименту $s_s = 0,153$ МПа), яка має наступний вигляд:

$$R_{tb} \text{ (МПа)} = 1.588 \pm 0x_1 - 0.286x_1^2 - 0.068x_1x_2 + 0.068x_2 + 0.068x_2^2 - 0.,173x_3 - 0.171x_3^2 \quad (1)$$

Трьохвимірною графічною ілюстрацією залежності наведено на рис. 1 і відображає вплив технологічних чинників на міцність на розтяг при вигині.

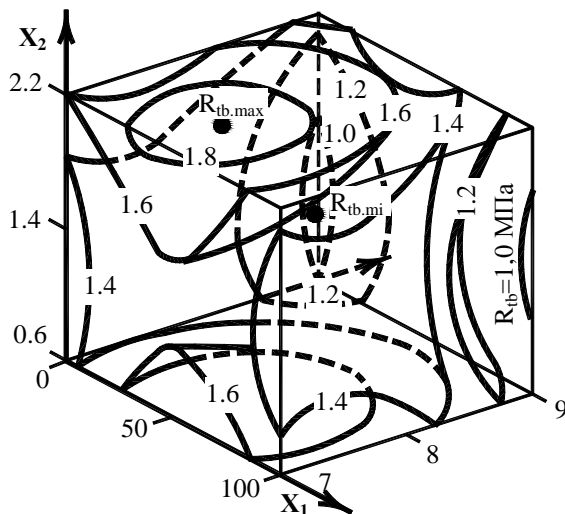


Рис. 1. Трьохвимірною графічною ілюстрацією міцності на розтяг при вигині штукатурки від зміни технологічних чинників

Залежність міцності штукатурки на розтяг при вигині від технологічних чинників має максимум $R_{tb,max} = 1,879$ МПа в точці з координатами $x_1 = -0,12$ ($X_1 = 44\%$), $x_2 = -1$ ($X_2 = 2,2\%$), $x_3 = -0,5$ ($X_3 = 7,5$ см), і, мінімум $R_{tb,min} = 0,958$ МПа в точці з координатами $x_1 = -1$ ($X_1 = 0\%$), $x_2 = -0,39$ ($X_2 = 1,09\%$), $x_3 = 1$ ($X_3 = 9$ см).

Однофакторні залежності побудовані за формулою (1) відображають вплив технологічних чинників, які виникають при нанесенні штукатурки на поверхню керамзитобетонних блоків в екстремумах і показані на рис. 2.

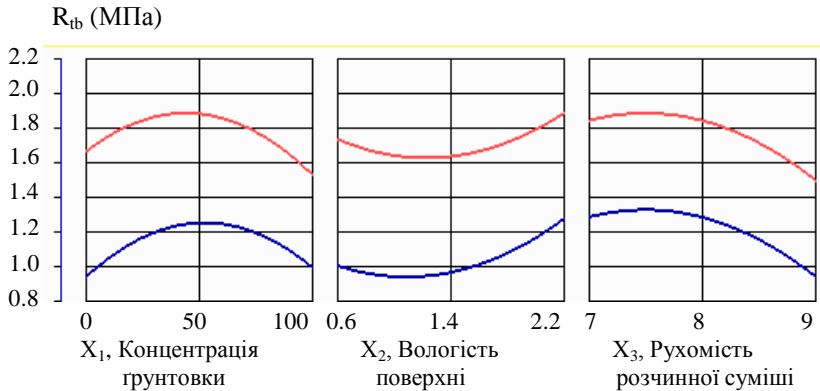


Рис. 2. Залежність міцності штукатурки на розтяг при вигині R_{tb} (МПа) при зміні вибраних чинників

З рисунка 2 видно, що ґрунтування поверхні блоків ґрунтівою з 50 % концентрацією збільшує міцність на розтяг при вигині в зоні максимуму на 11 %, а в зоні мінімуму на 13 %.

Якщо збільшити концентрацію ґрунтівоки до 100 %, то міцність на розтяг при вигині зменшується на 26 % і 23 %, відповідно в зоні максимуму і мінімуму. Збільшення вологості поверхні від 0,6 % до 1,4% не суттєво знижує міцність на розтяг, а подальше збільшення вологості призводить до зростання даного показника на 7 % і 13 %, відповідно в зонах максимальних і мінімальних значень. Збільшення рухомості розчинної суміші до 7,5 см призводить до отримання максимальних значень R_{tb} . Коли ж рухомість дорівнює 8 см міцність на розтяг при вигині така ж як при рухомості 7 см. Подальше зростання рухомості призводить до суттєвого падіння досліджуваних показників приблизно на 20 % і на 32 % в зонах максимальних і мінімальних значень.

Таким чином, найбільший вплив технологічних чинників на міцність на розтяг при вигині має рухомість розчинної суміші.

Трьохфакторна експериментально-статистична залежність міцності на стиск (похибка експерименту $s_s = 0,293$ МПа) має наступний вигляд:

$$R_c \text{ (МПа)} = 3.556 - 0.195x_1 - 0.722x_3 - 0.555x_1^2 + 0.250x_1x_3 \quad (2)$$

Максимальне значення $R_{c,max} = 4,367$ МПа отримано в точці з координатами $x_1 = -0,40$ ($X_1 = 29,95\%$), $x_2 = 0,80$ ($X_2 = 2,052\%$), $x_3 = -1$ ($X_3 = 7$ см), і мінімум $R_{c,min} = 2,334$ МПа – в точці з координатами $x_1 = -1$ ($X_1 = 0\%$), $x_2 = 0,31$ ($X_2 = 1,648\%$), $x_3 = 1$ ($X_3 = 9$ см) (рис. 3).

Однофакторні залежності, побудовані за формулою (2) таким чином, що їх лінії проходять через точки мінімуму і максимуму, тобто відображають вплив варійованих чинників в екстремумах (рис. 4).

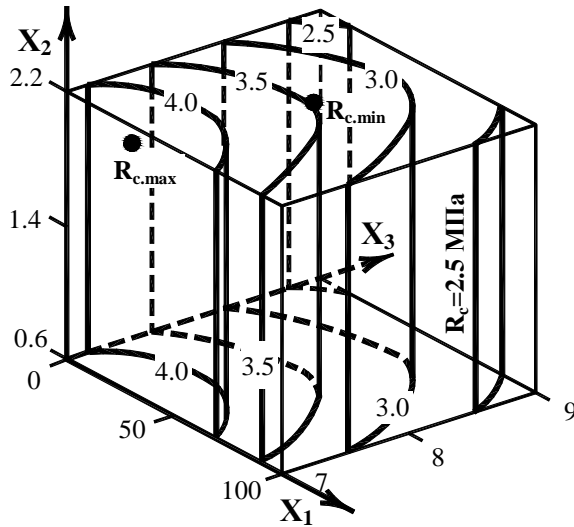


Рис. 3. Трьохвимірна графічна ілюстрація міцності штукатурки на стиск від зміни технологічних чинників

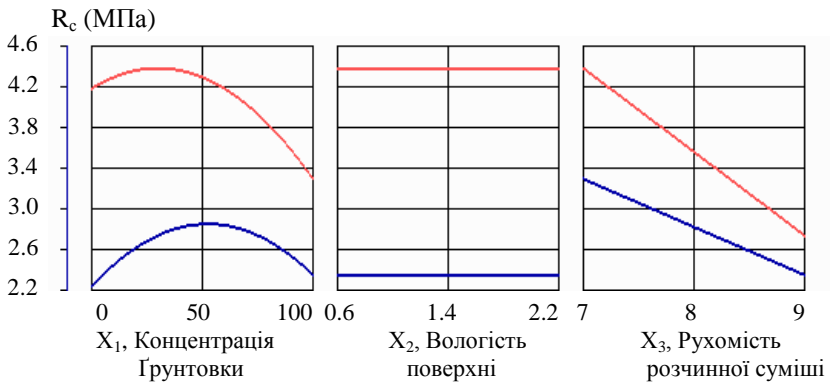


Рис. 4. Залежність міцності штукатурки на стиск R_c (МПа) при зміні вибраних технологічних чинників

Як видно з рисунка 4, найбільший вплив на міцність на стиск дає збільшення рухомості розчину. Якщо приготувати розчинну суміш рухомістю 9 см, то міцність на стиск, отриманих в результаті твердіння зразків, зменшиться в порівнянні зі зразками, виготовленими з розчинної

суміші рухомістю 7 см на 37 % і 30 % в зонах максимуму й мінімуму.

Наявність ґрунтовки з 50 % концентрацією на поверхні блоків призводить до набору міцності, а збільшення її концентрації до 100 % - до суттєвого падіння міцності на стиск (23 і 18 % відповідно в зоні максимуму і в зоні мінімуму). Зміна вологості не впливає на міцність на стиск.

Також для всіх зразків визначався такий важливий показник, як міцність зчеплення з основою (рис. 5).

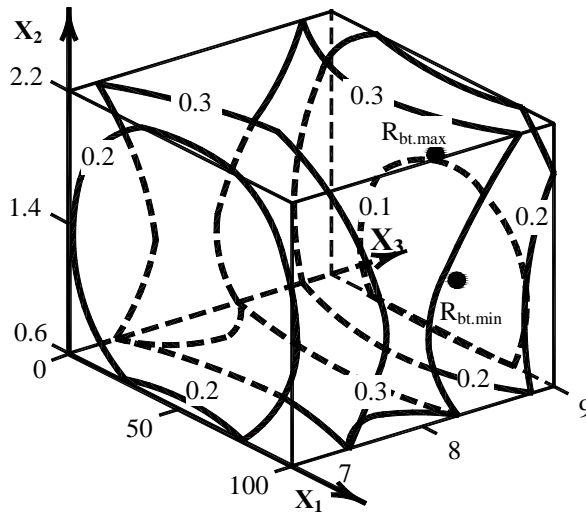


Рис. 5. Трьохвимірною графічною ілюстрацією міцності зчеплення штукатурки з основою від зміни технологічних чинників

Трьохфакторна експериментально-статистична залежність міцності зчеплення штукатурки з поверхнею від зміни технологічних чинників (похибка експерименту $s_3 = 0,049$ МПа) має наступний вигляд:

$$R_{bt} \text{ (МПа)} = 0.250 \pm 0x_1 + 0.059x_1^2 + 0.023x_2x_3 + 0.028x_2 + 0.044x_2^2 - 0.030x_3 - 0.136x_3^2 \quad (3)$$

Максимальне значення $R_{bt.max} = 0,382$ МПа отримано в точці з координатами $x_1 = -1$ ($X_1 = 0\%$), $x_2 = 1$ ($X_2 = 2,2\%$), $x_3 = -0,02$ ($X_3 = 7,927$ см) і мінімум $R_{bt.min} = 0,071$ МПа – в точці з координатами $x_1 = -0,01$ ($X_1 = 50\%$), $x_2 = -0,57$ ($X_2 = 0,946\%$), $x_3 = 1$ ($X_3 = 9$ см).

Побудовані за трьохфакторною залежністю (3) графіки однофакторних залежностей, які проходять через екстремальні точки, показані на рис. 6.

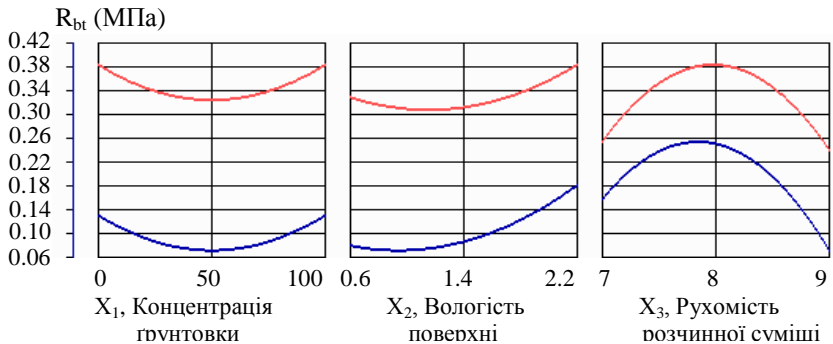


Рис. 6. Залежність найвищої та найнижчої міцності зчеплення штукатурки з поверхнею R_{bt} (МПа) від зміни технологічних чинників

Дані на рис. 6 свідчать, що найвища та найнижча міцність зчеплення штукатурки з поверхнею залежить від зміни технологічних чинників та має нелінійний характер. Залежність міцності зчеплення штукатурки з поверхнею (в зоні максимуму і мінімуму) від технологічних чинників за ступенем впливу можна розподілити у наступній послідовності: збільшення рухомості штукатурної суміші має найбільший ступінь впливу, вологість поверхні блоку – менший ступінь впливу, а концентрація ґрунтовки – найменший ступінь впливу.

Збільшення концентрації ґрунтовки у межах від 0 до 50% і вологості поверхні від 0,6 до 1,4 % знижує міцність зчеплення штукатурки з поверхнею. Подальше збільшення цих параметрів (концентрація ґрунтовки до 100% і вологості до 2,2 %) підвищує зчеплення з поверхнею. Збільшення дозування води в розчинній суміші спочатку збільшує міцність зчеплення з поверхнею, а далі приводить до її різкого зниження.

Висновки

1. Експерименти підтвердили справедливість робочої гіпотези. Дотримуючись взаємозалежних певних, рекомендованих подальшими дослідженнями, значень технологічних чинників (ґрунтування поверхні, вологість поверхні, рухомість розчинної суміші) можна досягти встановлених нормами значень міцності досліджуваної штукатурки.

2. Найбільший вплив технологічних чинників на міцність на розтяг при вигині в зоні максимуму має рухомість розчинної суміші, далі ґрунтування поверхні і вологість поверхні, а в зоні мінімуму навпаки:

рухомість, вологість, ґрунтування.

3. За рангом впливу на міцність на стиск штукатурки в зоні максимуму і мінімуму технологічні чинники займають наступне положення: рухомість розчинної суміші, ґрунтування, а вологість взагалі не впливає.

4. Вплив технологічних чинників на міцність зчеплення штукатурки з поверхнею в зоні максимуму і мінімуму знижується у наступній послідовності: рухомість, вологість, ґрунтування поверхні.

Summary

In this work the results of researches mechanical properties of plaster when it applied to the inner surfaces of expanded clay concrete blocks are represented.

1. ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні умови. – Чинний з 1.10.2006. – К.: Мінбуд України, 2006. – 34 с.
2. Уманець І.М. Технологія влаштування санувальної перлітової штукатурки: автореферат дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.23.08 “Технологія та організація промислового та цивільного будівництва”/ І.М. Уманець. – К., 2012. – 19 с.
3. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ: Учебник /В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков; Под ред. В.А. Вознесенского. – К.: Высшая шк., Головное изд-во, 1989. – 328 с.: ил.
4. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапенко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник. – К.: Вища освіта, 2006. – 495 с.