

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІТЧИЗНЯНОЇ САНУВАЛЬНОЇ ШТУКАТУРКИ

Терновий В.І., Гуцуляк Р.Б.,\* Уманець І.М., Антошок Н.Р.\*\*

(Київський національний університет будівництва і архітектури;

\*Державний науково-технологічний центр консервації та реставрації пам'яток; \*\*Одеська державна академія будівництва і архітектури)

В статті приведені результати досліджень експлуатаційних показників санувальної штукатурки з вітчизняних матеріалів, які відповідають вимогам WTA.

Роль санувальних штукатурок в реставрації будівельних пам'яток культурної спадщини вже майже 10 років відома в нашому суспільстві. Провідні торгові фірми будівельних матеріалів поставляють з Європи в Україну сухі санувальні штукатурні суміші. Проте надзвичайно висока вартість таких матеріалів стримує їх широке впровадження у вітчизняну реставраційну практику.

Висока вартість санувальних сумішей, крім цінової політики виробника-монополіста, обумовлена складністю їх виготовлення. Багатоконпонентний склад сумішей та спеціальна технологія влаштування штукатурки забезпечують ряд відмінних експлуатаційних показників. Це високі пористість (більше 40%) та паропроникність, знижена капілярна проникність, висока солестійкість та морозостійкість [1, 2]. Ці показники забезпечують штукатурці спеціальну функціональну здатність висушувати історичні мурування та транспортувати і накопичувати шкідливі солі із мурувань, причому солі не виступають на фасадну поверхню [3].

Відомо, що системні дослідження композиційного складу санувальних штукатурок та технології їх влаштування в Україні не проводились.

Автори досліджень поставили за мету створити санувальну штукатурку з вітчизняних матеріалів, щоб її експлуатаційні показники відповідали вимогам WTA [1].

Аналіз технічної літератури показав, що в якості заповнювача санувального розчину використовують як важкі, так і легкі заповнювачі [4, 5].

Легким заповнювачем може бути спучений вермикуліт та перліт, немза, спучене скло, полістирол та ін. Пори заповнювача повинні бути відкритими для руху води та водяної пари.

В'язуче санувальної штукатурки повинно досить швидко тужавіти, бути морозостійким та солестійким. При виборі в'язучого необхідно враховувати його сумісність з історичними штукатурками та муруваннями [3].

Проаналізувавши ринок вітчизняних матеріалів, було виявлено саме такі компоненти, які могли б в сукупності забезпечити штукатурку показниками соленакопичувального складу санувальної штукатурки.

Рецептуру підібраних компонентів штукатурного розчину виявляли дослідями в будівельній лабораторії. Для виготовлених лабораторних зразків різних компонентних складів визначали за стандартними методами експлуатаційні показники і порівнювали їх з необхідними.

Експеримент проводили за несиметричним D – оптимальним трьохфакторним планом [6]. Варіювали наступні три фактори:

1. Співвідношення в об'ємних частинах в'язучого і заповнювача  $X_1=1:2,5$  було прийнято за середній рівень ( $x_1=0$ ). Відповідно  $X_1=1:2$  ( $x_1=-1$ ) – нижній рівень;  $X_1=1:3$  ( $x_1=+1$ ) – верхній рівень.

2. Кількість легкого заповнювача  $X_2 = 1 \pm 1$  об. ч. (кількість об'ємних частин легкого заповнювача замінюють рівноцінну кількість частин важкого заповнювача). Таким чином, в поле досліджень входять склади з важким і легким заповнювачем, а в крайніх точках є лише важкий заповнювач або легкий.

3. Кількість поргланцменту,  $X_3 = 15 \pm 15$  % (кількість цементу у відсотках від 0 до 30 %, яка замінює основне в'язуче).

Всі результати експериментальних даних піддавались математичній обробці в системі COMPEX-99 (ОДАБА).

Одним із головних експлуатаційних показників санувальної штукатурки є пористість визначена за методикою WTA [1] з використанням ізопропанолу у вакуумі.

За 15 експериментальними значеннями результатів пористості ( $V_p$ ) побудована трьохфакторна експериментально-статистична модель (похибка експерименту  $S_p = 0,63$  %).

$$V_p (\%) = 43,32 - 3,03x_1 + 0,64x_1^2 - 3,94x_1 x_2 + 16,4x_2 + 3,08x_2^2 - 0,83x_2x_3 - 1,25x_3 - 0,99x_3^2 \quad (1)$$

Трьохмірна графічна ілюстрація моделі (1) приведена на рис. 1 відно-

ображає вплив факторів композиційного складу санувальної штукатурки на її пористість.

За допомогою цієї моделі (1) поле властивостей показує максимум  $V_{p,max} = 72.51\%$  в точці з координатами  $x_1 = x_3 = -1$ ,  $x_2 = +1$  і мінімум  $V_{p,min} = 28.25\%$  в точці з координатами  $x_1 = x_2 = -1$ ,  $x_3 = +1$ . Таким чином, найбільшу пористість показують склади з максимальним рівнем легкого заповнювача і мінімальними рівнями  $x_1$  і  $x_3$ , а найменшу пористість – з мінімальним рівнем ( $x_1 = -1$ ), без легкого заповнювача та з 30% цементу.

Однофакторні залежності побудовані за даними моделі (1) відображають вплив факторів, які варіюють склад санувальної штукатурки з вітчизняної сировини в екстремумах і показані на рис. 2.

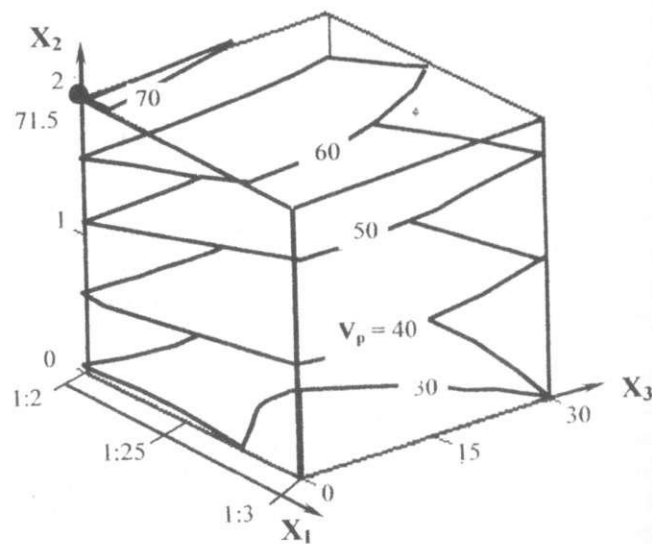


Рис. 1. Трьохмірна графічна ілюстрація пористості санувальної штукатурки

Із рис. 2 видно, що збільшення кількості заповнювача у об'ємному співвідношенні (в'язуче : заповнювач) з 1:2 до 1:3 зменшує пористість з 71.51 до 57.6% (на 24%) в зоні максимальних значень. Це впливає і того, що в композиційному складі 1:2 є 2 частини пористого заповню-

вача, а важкий заповнювач відсутній. В композиції 1:3 – 2 частини легкого і 1 частина важкого заповнювача. В зоні мінімальних значень, де легкий заповнювач відсутній, пористість зростає з 28.3 до 30.13% (приріст складає 6%).

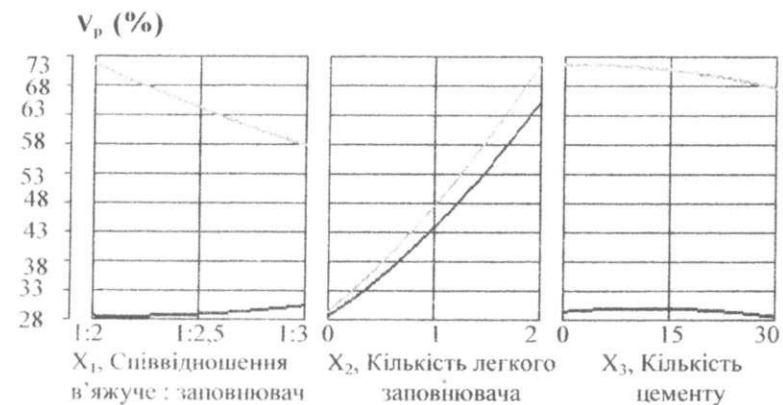


Рис. 2. Залежність найвищої та найнижчої пористості  $V_p$  (%) досліджуваних складів штукатурки при зміні вибраних факторів ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ )

Ми вважаємо, що збільшення заповнювача збільшує пористість за рахунок його склеювання в'язучим лише в зонах контакту.

Заміна важкого заповнювача легким в розчині (1:2) від 0 до 2 об. ч. провокує суттєве збільшення пористості у 2,3 – 2,5 рази в порівнянні зі звичайними вапняними штукатурками. Як видно з рис. 2,  $X_2$  уже при дозуванні його однієї об'ємної частини досягається пористість 45%, що задовольняє вимогам WTA [1] до соленакопичувального шару санувальних штукатурок. В зоні мінімальних значень характер впливу змінюваних факторів на величину пористості аналогічний.

Заміна 30% основного в'язучого цементом призводить до зменшення пористості на 4% в зоні максимуму (рис. 2,  $X_3$ ). В зоні мінімуму заміна основного в'язучого цементом практично не впливає на пористість.

Найбільший внесок у збільшення пористості вносить заміна важкого заповнювача легким. Це можна пояснюється властивостями структури легкого заповнювача, який має пористість 60–80%.

Для санувальної штукатурки пористість є дуже важливим показни-

ком, оскільки з нею пов'язують інші не менш важливі експлуатаційні показники такі, як міцність, морозостійкість, солестійкість, та паропроникність. Вони також були визначені для тих же 15-ти різновидів експериментальних зразків.

На показники міцності найбільше впливає наявність цементу в розчині. Причому, максимальне його дозування суттєво збільшує міцність на стиск та розтяг при згині. На підвищення показника морозостійкості (до 50-ти циклів) позитивно впливає кількість легкого заповнювача та кількість цементу.

Експериментально перевірено, що більшість із композицій пройшли випробування на солестійкість і не мають пошкоджень через 10 діб їх витримування в розчині солей.

#### Висновок

Досліди показали, що є можливість зміною компонентного складу штукатурного розчину досягти значень експлуатаційних показників, які мають санувальні штукатурки. В подальших дослідженнях необхідно виявити умови, які забезпечать досягнення зниженої капілярної проникності.

#### Література

1. Записка WTA 2-2-91 «Система санационних штукатурок». – Байєрбрунн, 1992.
2. ДБН В.3.2-1-2004 Реставраційні, консерваційні та ремонтні роботи на пам'ятках культурної спадщини. – Чинний з 1.01.2005. – К.: Держбуд України, 2005. – 120 с.
3. Терновий В.І., Гуцуляк Р.Б., Уманець І.М. Проблеми збереження штукатурок і мурувань історичних будівель// Будівельне виробництво. К.: НДІБВ, 2008. – № 49. – С.48 – 51.
4. Ф. Фрессель Ремонт влажних и поврежденных солями строительных сооружений/ Франк Фрессель: Пер. с нем. П.И. Мешкова, М.Я. Яковлевой; Под общ. ред. М.Я. Яковлевой – М.: ООО «Пэинт-Медиа». 2006. – 320 с.: табл., ил.
5. Ремонт влажних и поврежденных солями строительных сооружений. <http://www.germostroy.ru>. (11.01.2009 г. 15:48)
6. 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.

УДК 666.965(063):519.2

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТОВ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ АКТИВАЦИИ НА СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВО-КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ И СИЛИКАТНЫХ КОМПОЗИТОВ

Шинкевич Е.С.<sup>1</sup>, Луцкин Е.С.<sup>1</sup>, Бондаренко Г.Г.<sup>2</sup>, Койчев А.А.<sup>1</sup>, Доценко Ю.В.<sup>1</sup>, Земцова Э.О.<sup>1</sup>, Подмазко Е.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Одесская государственная академия строительства и архитектуры, <sup>2</sup>Николаевский строительный колледж)

У роботі проведена оцінка ефектів впливу комплексної активації на властивості вапняно-кремнеземних дисперсних систем і силікатних композитів неавтоклавної тверднення на їх основі. Обґрунтовані можливості і приведені залежності, які описують зміни різних видів активації з урахуванням параметрів дисперсних систем.

Развитие и внедрение энергосберегающих и конкурентоспособных строительных материалов является важным вопросом строительной отрасли. Традиционно термическая активация компонентов силикатобетонной смеси осуществляется в автоклавах, где в условиях повышенной температуры и давления происходит гидротермальный синтез гидросиликатов кальция.

На основе экспериментально-теоретических исследований научно обоснована возможность получения силикатных материалов неавтоклавної тверднення методом литьевого формования силикатобетонных активированных смесей [1, 2 статья Шинкевич Е.С. в этом сборнике].

Неавтоклавная технология получения силикатных материалов основывается на следующих предпосылках. Гидратация известково-кремнеземистого вяжущего при температуре  $T=85^{\circ}\text{C}$  и атмосферном давлении реализуется за счет высоких значений водородного показателя  $pH \geq 12$  с использованием в качестве щелочного компонента известково-кремнеземистого вяжущего негашеной извести, молотой совместно с частью кварцевого песка. Взамен другой части молотого кварцевого песка вводятся осадочные горные породы органогенного происхождения с оптимальной удельной поверхностью, содержащие вторичный аморфный кремнезем.

В настоящем исследовании переход от гидротермального синтеза ГСК в автоклавах к тепловлажностной обработке (ТВО) осуществлен