

© В.С. Гаркуша¹, С.І. Симонов¹, С.М. Гапеев²

¹ ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь, Україна

² НТУ «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ГІПСУ ТА ПОЛІМЕРНИХ ДОБАВОК

© V. Harkusha¹, S. Simonov¹, S. Hapiev²

¹ SHEI “Azov State Technical University”, Mariupol, Ukraine

² Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

PARAMETERS DETERMINATION OF DRY BUILDING MIXTURES BASED ON GIPS AND POLIMERIC ADDITIVES

Мета. Визначити властивості гіпсової сировини з кар’єрів України та їх придатність для виготовлення сухих будівельних сумішей на їх основі. Дослідити вплив добавок-модифікаторів на властивості сухих будівельних сумішей, визначити механізм їх дії та встановити доцільність їх використання та раціональну кількість.

Методика. Лабораторні дослідження були виконані згідно з діючими нормативними документами, які регламентують дослідження будівельних композитів як таких та сировину і готову продукцію, яка була розглянута у поданій роботі. Проведено ряд експериментальних досліджень багатокомпонентних будівельних композицій з точки зору їх реологічних та фізико-механічних властивостей. Добавки-модифікатори були розглянуті як компоненти, що мають вплив на необхідні властивості готового матеріалу.

Результати. При виготовленні сухих будівельних сумішей на основі гіпсу необхідно ввести до основної композиції добавки різного спектру дії – згущувачі; добавки, які підвищують міцність зчеплення з поверхнею, що обробляється; компоненти, які виключають утворення тріщин; регулятори тужавлення гіпсу або навіть такі, що прискорюють тужавлення будівельної суміші. Визначено для якої сировини та при яких умовах використання розглянутих добавок-модифікаторів це є доречним. Наведено аналіз компонентів, які мають найширше використання в умовах сучасного виробництва. Також подано найбільш раціональне дозування кожного компонента, який має вплив на властивості робочої суміші та готового будівельного покриття.

Наукова новизна. Встановлено взаємозв’язок між комбінацією компонентів сухої будівельної суміші на основі гіпсу, яка дозволяє збільшити інтервал між початком і кінцем тужавлення будівельного розчину на основі гіпсу не менше, ніж на 30 хвилин.

Практична значимість. Отримані дані лабораторних досліджень дозволяють виготовити сухі будівельні суміші на основі гіпсу, тужавлення яких є прогнозованим у часі згідно з усіма технологічними операціями проведення штукатурних робіт. Це підвищить ефективність робіт та покращить комфорт роботи майстрів.

Ключові слова: гіпс, штукатурка, тріщиностійкість, строки тужавлення.

Вступ. В умовах сучасного будівництва широко використовуються сухі будівельні суміші, які модифіковані полімерними добавками. Це можуть бути матеріали на основі гіпсу, цементу або будь-яких інших в’язучих компонентів. Останнім часом досить популярними є суміші на основі гіпсового в’язучого

компоненту. Гіпс має певні переваги у порівнянні з іншими матеріалами. Це перш за все його екологічність, безпечність та забезпечення естетичного вигляду готових покриттів. Також гіпс має значну перевагу у порівнянні з іншими матеріалами – це його вогнестійкість [1].

Існує два види продукції на основі для проведення внутрішніх робіт – шпаклівка та штукатурка. Шпаклівка призначена для швидкого усунення заглиблень та тріщин. Це переважно продукція категорій Старт/Фініш. Тоді як штукатурка – це опоряджувальний шар, який утворений будівельним розчином на поверхнях конструкцій частин будівель та споруд. Це монолітне покриття будівельних конструкцій.

Звичайна штукатурка призначена для опоряджування фасадів та внутрішніх приміщень будівель, які експлуатуються у нормальних тепло-вологих умовах. Це переважно продукція категорій для ручного та машинного нанесення або універсальна штукатурка. Суміші на основі гіпсу використовують тільки для внутрішніх оздоблювальних робіт через їх обмежену стійкість до дії вологи. Для виготовлення вологостійкої штукатурки використовують розчини з добавкою цезіту, алюмінату натрію, азотнокислого кальцію, хлорного заліза, рідкого скла [2, 3].

Постановка завдання. Більшість продукції, яку надає сучасний ринок будівельних матеріалів, регламентує ДСТУ Б.В. 2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані. Однак про те, які саме компоненти можуть бути модифікаторами, та які з них є найбільш ефективними та рекомендованими інформація майже відсутня. Тому було проведено дослідження різних рецептур сухих будівельних сумішей на основі гіпсу з двох кар'єрів – м. Кам'янець-Подільський та Івано-Франківськ.

Мета дослідження:

визначити фізико-механічні властивості гіпсу з кар'єрів – м. Кам'янець-Подільський та Івано-Франківськ та визначити, той який є найбільш придатним для виготовлення на його основі сухих будівельних сумішей;

визначити, які саме компоненти та їх кількість потрібно ввести до рецептури задля забезпечення необхідних властивостей гіпсу;

надати рекомендації щодо використання яких саме компонентів не є необхідним для введення до композицій на основі гіпсу з кар'єрів – м. Кам'янець-Подільський та Івано-Франківськ.

Виклад основного матеріалу. Для виготовлення шпаклівок та штукатурок на основі гіпсу не потрібно використовувати гіпс високих марок за міцністю. Тому використання гіпсу марки Г-5 буде достатнім. Характеристики гіпсу марки Г-5 наведені в табл. 1.

Гіпс з кар'єру ТОВ «Гіпсовик», м. Кам'янець-Подільський, є більш «жирним» у порівнянні із гіпсом з кар'єру м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix», який є «тощим». Тому, на нашу думку, використання гіпсу з кар'єру ТОВ «Гіпсовик», м. Кам'янець-Подільський є більш доцільним. Однак наразі цей кар'єр не є стабільним постачальником сировини, тому стоїть завдання пошуку модифікуючих компонентів для гіпсу з кар'єру м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix».

У якості наповнювача для подібних композицій найчастіше використовують крейду, вапняк або їх комбінації. Тому було проведено дослідження показників міцності на стиск та вигин різних співвідношень цих компонентів. Результати досліджень наведені в табл. 2 і 3.

Таблиця 1

Міцність зразків-балочок із гіпсу на стиск

Виробник гіпсового в'язучого	В/Г	Початок тужавлення, хв.	Кінець тужавлення, хв.	Міцність при вигині, МПа	Міцність на стиск, МПа
м. Кам'янець-Подільський, ТОВ «Гіпсовик»*	0,52	6	9	3,0	7,4
м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix»**	0,56	12	26	2,9	5,6

* У процесі гідратації нагрівається рівномірно, але не більше ніж до 30°C

** У процесі гідратації нагрівається до 50...70°C

Таблиця 2

Міцність зразків-балочок на стиск та вигин у віці 1 доби

Співвідношення компонентів	Міцність на стиск, МПа	Міцність на вигин, МПа
Гіпс:Крейда = 30/70	0,15	0,46
Гіпс:Крейда = 40/60	0,59	0,62
Гіпс:Крейда = 50/50	1,0	1,0
Гіпс:Крейда = 60/40	2,0	1,8
Гіпс:Крейда = 70/30	3,2	2,6

Таблиця 3

Міцність зразків-балочок на стиск та вигин у віці 1 доби

Співвідношення компонентів	Міцність на стиск, МПа	Міцність на вигин, МПа
Гіпс:Вапняк = 30/70	0,35	0,5
Гіпс:Вапняк = 40/60	0,8	0,81
Гіпс:Вапняк = 50/50	1,2	1,0
Гіпс:Вапняк = 60/40	2,4	1,8
Гіпс:Вапняк = 70/30	3,8	2,4

Отримані результати свідчать про те, що масова частка гіпсу у сухій будівельній суміші може складати 60...70%. Менша кількість гіпсу є нераціональною з точки зору якості готового покриття. Щодо того який наповнювач краще обрати – це залежить від виду продукції, яка виготовляється. Якщо мова йде про покриття,

які мають забезпечувати красивий білий колір краще обрати крейду, але крейда – це м'який матеріал, який погано впливає на міцність покриття.

У разі, якщо треба забезпечити більш жорсткий тип покриття краще обрати вапняк або комбінацію вапняку та крейди. Ці наповнювачі є найбільш доступними та ефективними. Також для забезпечення більш легкої структури матеріалу використовують спучений перліт різних фракцій від 0,35 до 1,25 мм.

Згідно ДСТУ Б.В. 2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані подібні композиції повинні відповідати наступним вимогам:

Рухливість, см	7±2 см
Міцність на стиск, МПа	5 (2,5) МПа
Міцність при вигині, МПа	1 (0,4) МПа
Тріщиностійкість,	7 діб, шар 3мм
Паропроникність мг/м×год-Па	0,07 мг/м×год-Па
Усадка, мм/м	0,5 мм/м
Міцність щеплення, МПа	0,3 МПа

Оштукатурені поверхні мають відповідати наступним вимогам:

а) штукатурка має бути міцно з'єднана з поверхнею конструкції та не відшаровуватись від неї;

б) оштукатурені поверхні мають бути рівними, гладкими з чітко відокремленими гранями кутів площин, які перетинаються, без слідів інструменту, яким зтирали, слідів розчину, плям, висолів;

в) тріщини, бугорки, раковини, дутики, грубо шерохвата поверхня, пропуски, не допускаються [4, 5].

Найбільш часто вживаною добавкою для будівельних розчинів є пластифікатори. Випадок із гіпсовими композиціями не є виключенням. Однак такі композиції потребують не стільки підвищення рухомості, скільки підвищення стійкості до утворення тріщин. Без використання компонентів, які попереджають усадку якісне будівельне покриття отримати неможливо. У випадку з гіпсом з кар'єру м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix» використання добавок з пластифікуючим ефектом є недоцільним. Для гіпсу з такими властивостями потрібно використовувати добавки, які здатні утворювати плівку, але при цьому не підвищувати його рухливість.

Добавками такого типу можуть бути дисперсійні порошки полівініацетату з етиленом (DLP 2000, Vinnapas 5005 і т.п.) у кількості 0,1...0,5% від маси гіпсу. Цей компонент забезпечить необхідну еластичність та стійкість до утворення тріщин.

Не менш важливим компонентом сухих будівельних сумішей на основі гіпсу є згущувачі. Це переважно ефір крохмалю та ефір целюлози. Обидва мають ефект згущування. Однак саме згущувачем є ефір крохмалю. Його використання є раціональним у кількості не більше 0,1% від маси гіпсу у комбінації з ефіром целюлози у кількості не більше 0,2% від маси гіпсу. У даному випадку ефір целюлози – це компонент, який підвищує міцність адгезії готового покриття з поверхнею, яка обробляється. В таблиці 4 наведено приблизний склад штукатурки на основі гіпсу з кар'єру м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix».

Таблиця 4

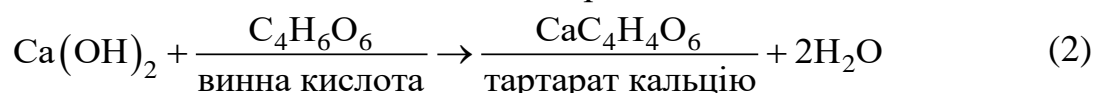
Приблизний склад штукатурки на основі гіпсу з кар'єру м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix»

Компонент	Кількість, %
1. Гіпс	60,0
2. Крейда	40,0
3. Перліт	2,0
4. Вапно гашене	1,0
5. Дисперсійний порошок	0,2
6. Ефір целюлози	0,15
7. Ефір крохмалю	0,03
8. Винна кислота	0,03
<i>*Усі компоненти менше 2% подані понад 100%</i>	

У випадку із використанням гіпсу з кар'єру ТОВ «Гипсовик», м. Кам'янець-Подільський, завдання підбору добавок-модифікаторів не настільки складне. Для гіпсу з такими характеристиками можливе використання добавок-пластифікаторів типу Melment F10, Melflux 2651F, ці компоненти можна додавати до сухої будівельної суміші у кількості 0,1...0,3% від маси гіпсу, враховуючи характер дії кожної із них. Такі компоненти мають вплив як на властивості свіжого розчину, так і значний ефект для того, щоб готове покриття було стійким до розтріскування.

Чи не найважливішими компонентами сухих будівельних сумішей на основі гіпсу є сповільнювачі тужавлення гіпсу. Такі компоненти необхідні для забезпечення контрольованого тужавлення твердуючої суміші. Забезпечення контрольованого тужавлення – це чи не найголовніше завдання при проектуванні подібних композицій. Складність саме у тому, що у будь-якого гіпсу інтервал між початком та кінцем тужавлення приблизно 10...12 хвилин. Настання початку тужавлення можна відкласти на майже необмежений час, але збільшити інтервал між початком та кінцем тужавлення досить складно [6].

Найбільш простими і доступними сповільнювачами тужавлення є лимонна та винна кислота. Вони мають однаковий принцип дії. Але самі по собі вони можуть лише відкласти початок тужавлення, після настання якого суміш стане непридатною для роботи. Тому слід знати особливість, яка стосується цих фруктових кислот. У комбінації з гашеним вапном у кількості від 0,5...1% від маси гіпсу лимонна та винна кислоти здатні утворювати нерозчинні солі – цитрат кальцію та тартарат кальцію відповідно. Саме продукти реакцій (1) та (2), які наведені нижче забезпечують плавне тужавлення будівельного розчину на основі гіпсу.





а) процес нанесення гіпсової штукатурки машинним способом;



б) процес коригування покриття одразу після нанесення;



в) процес затирання та заглянцьовування готового покриття;



г) машина для нанесення штукатурки методом торкретування.

Рис. Технологічний процес нанесення гіпсової штукатурки методом машинного нанесення

Наявність у складі твердючої суміші цитрату кальцію або тартарату кальцію дозволяє збільшити час між початком та кінцем тужавлення, що є необхідним для чіткого дотримання технології проведення штукатурних робіт та комфортної роботи майстрів. Коли мова йде про промислове проведення штукатурних робіт у достатньо великих об'ємах для нанесення штукатурних розчинів використовують торкрет-машини. Технологічний процес нанесення гіпсової штукатурки методом машинного нанесення наведено на рис.

Цей спосіб є більш ефективним з точки зору витрат людської праці та часу. Для проведення штукатурних робіт ручним способом послідовність не змінюється та вимоги залишаються ті ж самі. Однак вимоги до якості сухої будівельної суміші не залежать від способу нанесення штукатурного покриття – ручного або машинного – залишаються незмінними.

Для проведення внутрішніх штукатурних робіт використовують гіпсові будівельні матеріали враховуючи велику кількість їх переваг – колір від світло кремового до яскраво білого, розмаїття способів та технологій нанесення, екологічність самого матеріалу, яка сприяє комфортному проживанню людей у таких приміщеннях.

Висновки. Проведені дослідження свідчать про те, що сухі будівельні суміші на основі гіпсу є сучасним оздоблювальним матеріалом, який користується попитом у сфері сучасного будівництва. Замінити гіпсові покриття дуже складно. Тому дослідження у напрямку модифікації гіпсових матеріалів шляхом використання полімерних добавок є перспективним. Подібні речовини здатні надавати матеріалам, які самі по собі не мають певних властивостей, нових корисних якостей. Наша держава має достатні запаси гіпсової сировини. Їх кількість дозволяє виготовляти необхідну продукцію для потреб власного населення. Однак у зв'язку з воєнними діями на території України не всі родовища можуть вести видобуток сировини. До того ж гіпсова сировина з різних родовищ має свої особливості та потребує пошуку рішень відповідно до властивостей основного компоненту – гіпсу. Це такі властивості як водопотреба, пластичність, еластичність, рухомість, густина, міцність, тощо.

У даній роботі було встановлено, що для отримання якісних гіпсових покриттів потрібно використати до п'яти добавок у невеликій кількості різного спектру дії. Також було знайдено обґрунтування параметрів використання сповільнювачів тужавлення гіпсових композицій. Забезпечення контрольованого тужавлення гіпсу є навіть в умовах сучасного розвитку науки та техніки актуальним завданням, яке потребує вирішення. Оскільки відомі речовини дозволяють зберегти робочий розчин свіжим довгий час, який практично не нормується, а ось збільшити інтервал між початком тужавлення та його завершенням досить складно. Тому це завдання потребує постійного нагляду як при виробництві подібних матеріалів, так і безпосередньо у процесі проведення опоряджувальних робіт.

Перелік посилань

1. Поздняк, О.Р., Кондратьєва, Н.В., Мельник, В.М., & Мельник, Т.В. (2018). Дослідження властивостей модифікованих гіпсових в'язучих. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*, 904, 44–49.
2. Klochanov, P.N., Surzhanenko, A.E., & Eidinov, I.Sh. (1973). *Retsepturno-tekhnologicheskii spravochnik po otdelochnim robotam*. Stroiizdat.
3. Новосад, П.В., Саницький, М.А., & Позняк, О.Р. (2018). Підвищення водостійкості гіпсових в'язучих. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*, 888, 111–116.
4. Shvedov, V.N. (1983) *Otdelochnie roboti. Spravochnik*. Kartya Moldovenyaske.
5. Aleksandrovskii, A.V. (1977). *Materialovedenie dlya shtukaturov, plitochnikov, mozaichnikov*. Visshaya shkola.

6. Arutyunyan, B.A. (1991). *Razrabotka tekhnologii zakladochnikh rabot v kamerakh pri ispolzovanii vyazhushchego na gipsovoi osnove: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 05.15.02.*

ABSTRACT

Purpose. The properties determination of gypsum raw materials for the production dry building mixtures based on them. To investigate the modifier additives effect on the properties of dry construction mixtures, to establish the expediency of their use and rational quantity.

The methods. Laboratory studies were performed in accordance with the current regulatory documents, which regulate the study of building composites as such and raw materials and finished products, which were considered in the submitted work. A number of experimental investigations of many-component compositions have been carried out from the point of view of their rheological and physical-mechanical properties. Additives-modifiers were considered as components that may be influencing the necessary effect on the finished material.

Findings. In the production of dry building mixtures based on gypsum, it is necessary to add additives of different spectrum of action to the main composition – thickeners; additives that increase adhesion strength to the treated surface; components that prevent the formation of cracks; regulators of the gypsum hardening or even those that accelerate the hardening of the building mixture. It was determined raw materials and conditions, when using of additives-modifiers is appropriate. An analysis of the components has been made, which seems to be the widest choice with the point of view with the current technology. The most rational dosing of the all components is also given, which may have influence into the properties of the working mixtures and the ready-made budding cover.

The originality. The relationship between the combination of components of the gypsum-based dry building mixture has been established, which allows to increase the interval between the beginning and end of the hardening of the gypsum-based building mortar by no less than 30 minutes.

Practical implementation. The data obtained of laboratory researches allow to prepare dry building mixtures based on gypsum, that duration is predicted in hours according to all the technological operations of plastering works. It will increase the efficiency of works and improve the comfort of masters.

Keywords: *gypsum, plaster, crack resistance, hardening time.*