

СУХОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 691:38.3-03(38Т)

Захарченко П.В., к. т. н., професор, завідувач кафедри КНУБА;

Гавриш О.М., к.ф.н., професор КНУБА, Генеральний директор, ТОВ «Кнауф Гіпс Київ», м. Київ;

Калугіна О.М., менеджер, ТОВ «Кнауф Гіпс Київ», аспірант КНУБА

СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОЇ ДИСПЕРСНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГІПСОКАРТОННИХ ПЛИТ ПІДВИЩЕНОЇ ПОЖЕЖОСТІЙКОСТІ

У 2012 році промисловість будівельних матеріалів України та країн СНД поступово відновлює докризові обсяги виробництва. Найбільш динамічно це відбувається в підгалузях, пов'язаних з виробництвом таких інноваційних видів продукції як гіпсокартонні плити та сухі будівельні суміші.

Для забезпечення рівня виробництва сучасним вимогам будівельного комплексу Міждержавною радою по стандартизації, метрології і сертифікації (МГС) Російської Федерації готується проект Міждержавного стандарту ГОСТ 6266 (EN 520:2004) «Листи гіпсокартонні. Технічні умови. (EN 520:2004, MOD)», який буде чинний в країнах СНД. Даний нормативний документ визначає класифікацію гіпсокартонних плит, регламентує вимоги та встановлює виробничі норми контролю. Слід зауважити, що російський стандарт гармонізований з європейським EN 520:2004 «Гіпсові плити – поняття, вимоги і методи досліджень» й істотно відрізняється від вітчизняного ДСТУ Б В.2.7-95-2000 «Листи гіпсокартонні. Технічні умови»[1]. Основними відмінностями є:

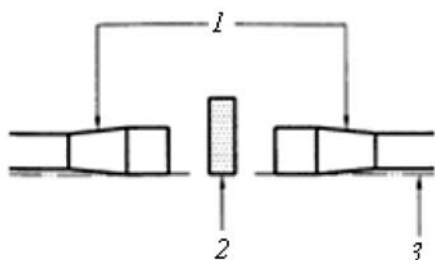
- нова класифікація та маркування гіпсових плит;
- нові показники контролю якості: опір зрізу (міцність з'єднання плити з основою), глибина стоншування, визначення розмірів стоншеного профілю, визначення твердості поверхні гіпсокартонної плити, паропроникність, звукопоглинання, теплопровідність, виділення шкідливих речовин;
- нова методика визначення міцності гіпсового сердечника при високій температурі, яка більш жорстко регламентує вимоги до пожежостійкості гіпсокартонних плит.

Для визначення міцності гіпсового сердечника при високій температурі відповідно до EN 520

з відібраних плит вирізують шість зразків довжиною (300 ± 5) мм і шириною (45 ± 1) мм. При цьому поздовжня кромка зразків повинна проходити паралельно поздовжньої кромки плити (з кожної плити вирізають по два зразки). Зразок закріплюють у випробувальному пристрої так, щоб поперечна кромка розташовувалася вертикально. Відстань між нижнім краєм вантажу і підлоговою плитою повинна бути (10 ± 1) мм. Незакріплений кінець зразка навантажують. Вантаж закріплюють на відстані (260 ± 1) мм від кінця кріпильного пристрою. Пальники запалюють і регулюють потік газу так, щоб температура на кожному термоелементі була (1000 ± 50) °С. В момент торкання вантажу підлогової плити або через 15 хв. (найменший допустимий час) випробування припиняють, а зразок оглядають візуально для визначення ступеня пошкодження. Випробування повторюють для кожного зразка. Якщо хоча б один з випробуваних зразків зламається на дві частини або більше, результати випробування гіпсокартонної плити вважають незадовільними.

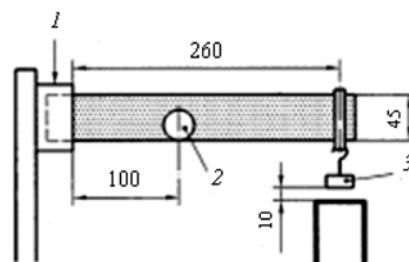
Засобами випробування служать пальники Меке-ра, термоелементи, пристрій для кріплення зразка (пристрій будь-якої форми, розташований на горизонтальній поверхні, що дозволяє закріпити зразок з вантажем). Кріплення зразка слід виконувати таким чином: зразок для випробування встановлюють між пальниками. При цьому довга кромка повинна розташовуватися горизонтально, коротка – вертикально. Нижня поздовжня кромка і сама нижня точка отворів пальників повинні бути на прямій лінії (див. рис. 1).

Відстань між центральною точкою отворів пальників і точкою кріплення зразка має становити (100 ± 1) мм. До зразка плити номінальною товщиною 12,5 мм підвищують вантаж масою (300 ± 10) г на відстані (260 ± 1) мм



1 – пальник; 2 – зразок для досліджень;
3 – лінія вирівнювання

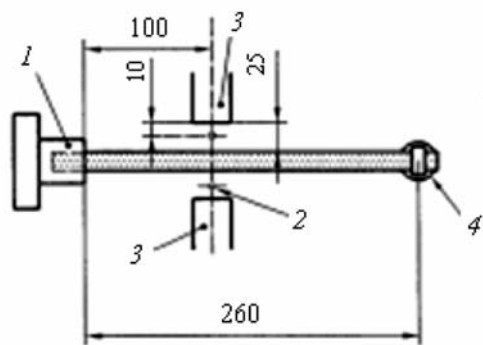
Рис. 1. Вирівнювання зразка з урахуванням пальників



1 – кріплення; 2 – пальник; 3 – вантаж
Рис. 2. Вид збоку випробувального пристрою для визначення міцності гіпсового сердечника

Технічні характеристики плит «Фаєрборд»

Фізико-технічні характеристики плит	Значення
Ширина, мм	1200
Довжина, мм	2500
Товщина, мм	12,5; (20 під замовлення)
Маса, кг/м ²	10,5
Густина, кг/м ³	850
Теплопровідність, Вт/мК	0,22



1 – кріплення; 2 – термоелемент;
3 – пальник; 4 – вантаж

Рис. 3. Вид згори випробувального пристрою для визначення міцності гіпсового сердечника

від точки кріплення. Зона, в якій знаходиться розташована між пальниками і вантажем частина зразка, може прогнутися, повинна бути не більше (10 ± 1) мм (див. рис. 2, 3). Для зразків плит більшої номінальної товщини (t) масу вантажу збільшують пропорційно товщині (тобто до $300 \frac{t}{12,5}$) і округляють до 50 г.

Нагрівальним обладнанням служать два пропанові пальники Мекера, розташовані так, щоб отвори пальників знаходилися навпроти один одного, а кожен отвір був віддалений від зразка на відстані (25 ± 1) мм. Вісі пальників не повинні зміщатися відносно прямої лінії більш ніж на 1 мм. Термоелементи повинні розташовуватися на відстані (10 ± 1) мм від кожного пальника так, щоб вони знаходилися на прямій лінії з верхніми краями пальників (див. рис. 3). Обидва пальники живляться пропаном від загального джерела через шланг, оснащений Y-подібною деталлю. Між джерелом газу і Y-подібною деталлю встановлюють редуційний клапан з манометром і регулятором витрати газу. Газові шланги необхідно обладнати регулятором тиску газу. Пальники повинні експлуатуватися при наявності вентиляції в приміщенні [2].

Крім звичних для українського споживача марок гіпсокартонних плит Звичайна, Вологостійка, Вогнестійка та Волого-вогнестійка, в нормативних документах компанії Кнауф наведені нові марки з рекомендованими умовами застосування та з умовним позначенням згідно EN 520: Масив, Мініформ, Гнучка, Піано, Діамант, Вітрозахисна, Термо, ЛаВіта, Сейфборд, Сайлентборд, Сухі основи підлоги (СОП) [3]. В зв'язку з появою нових видів плит, які характеризуються підвищеними характеристиками міцності та твердості поверхні (Діамант, СОП), проводиться визначення стійкості до удару (твердості) поверхні плит.

Суть методу визначення стійкості до удару (твердості) поверхні плит полягає у вимірюванні відбитка, що утворюється від удару сталеві кульки, скинутої з висоти 500 мм. Підготовка зразків та проведення випробування виконується наступним чином: з плити типу DIR, DFIR, DFH1IR, відібраної для контролю, на відстані не менше 100 мм від кромок вирізають зразок розмірами $(300 \times 400) \pm 5$ мм, висушують його до постійної маси за температури (41 ± 2) °С і охо-

лоджують до температури (20 ± 3) °С. Висушений зразок після охолодження кладуть на сталеву плиту лицьовою поверхнею вгору, накладають копіювальний папір. Після цього встановлюють кульку в тримач на відстані між лицьовою поверхнею зразка плити, що випробовують, та нижньою поверхнею $(500 \pm 0,5)$ мм і відпускають кульку на плиту. Діаметр заглиблення не повинен бути більше 15 мм. Необхідно зазначити, що у вітчизняних нормативних документах показник стійкості до удару не регламентується і дана методика не застосовується зовсім.

Перед вітчизняними виробниками, які прагнуть до стандартів європейської якості, постає гостра необхідність у створенні матеріалів з високими експлуатаційними і технічними показниками. Це потребує глибоких наукових досліджень в області створення ефективних композиційних матеріалів з оптимізованим складом.

Німецька компанія Кнауф на українському ринку будівельних матеріалів пропонує наступні види плит з підвищеними показниками міцності та пожежостійкості: ГКПО, ГКПВО, Кнауф «Фаєрборд», Кнауф «Діамант».

Плити гіпсокартонні з підвищеною опірністю впливу відкритого полум'я (ГКПО) – гіпсокартонні плити, що володіють більшою опірністю вогневому впливу, ніж звичайні. Вони відрізняються більшою щільністю, маса 1 м² такої плити близько 12 кг (для порівняння звичайна ГКП – 8–10 кг). Також ГКПО армовані скловолокном довжиною трохи більше 10 мм, яке отримують шляхом рубки ровінга з склониток, виробленого відповідно до ГОСТ 17139 і технічних умов підприємств. Такі плити витримують температурні навантаження до 60 хв.

Технічні характеристики плит Кнауф «Діамант»

Найменування показника	Значення
Товщина, мм	12,5/15
Ширина, мм	1200
Довжина, мм	2000/2500
Маса, кг/м ²	12,5 мм 15 мм
	$12,8 \pm 0,2$ $15,5 \pm 0,2$
Тип	ГКПВО (DFH2IR)
Міцність на стиск перпендикулярно до поверхні, Н/мм ²	≥ 10
Вологостійкість, %	≤ 10
Вогнестійкість, хв.	≤ 20

Фізико-механічні випробування гіпсокартонних плит виробництва ТОВ «Кнауф Гіпс Київ»

№ п/п	Найменування показників	Од. вим.	Види і типи гіпсокартонних плит				
			ГКП - А	ГКПО – FD - Вогнестійкі		ГКПВО – Вологовогнестійкі	
			Без скло-волокна	+ Скло-волокно	+ Базальтове волокно	FDH2IR-Діамант - 12,5 мм	FDH2IR-Діамант - 15,0 мм
1	Товщина	мм	12,1	12,2	12,2	12,3	14,9
2	Маса плити	кг/м ²	10,585	10,601	10,396	13,130	15,391
3	Руйнівне навантаження у повздожньому напрямку	Н	637	698	712	763	962
4	Прогин у повздожньому напрямку	мм	0,57	0,59	0,58	0,37	0,25
5	Руйнівне навантаження у поперечному напрямку	Н	204	221	259	331	453
6	Прогин у поперечному напрямку	мм	0,86	0,77	0,74	0,49	0,31
7	Опірність дії відкритого полум'я	хв	10 (800°C)	57 (800°C)	89 (800°C)	29(1000°C)	38 (1000°C)

Таблиця 4

Середній хімічний склад цеолітів Сокирянського родовища

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅
66,89...68,89	12,3...12,79	0,88...0,91	2,06...2,11	0,64...1,39	0,08...0,14	0,044...0,133

Гіпсокартонні плити вологостійкі з підвищеним опором впливу відкритого полум'я (ГКПВО) поєднують одночасно властивості плит ГКПВ і ГКПО. Крім більш щільної структури і армування скловолокном, в склад гіпсового сердечника плит вводять силіконове масло і просочують картон гідрофобними матеріалами.

ГКПВ і ГКПВО застосовують в будівлях і приміщеннях з сухим і нормальним вологісними режимами у відповідності з зазначеним ДБН. При використанні таких плит в будівлях і приміщеннях з підвищеним вологим режимом слід захищати їх лицьову поверхню водостійкими ґрунтовками, шпаклівками, фарбами, керамічною плиткою чи покриттям з ПВХ[4].

Протипожежна гіпсова плита «Фаєрборд» – негорючий плитний матеріал формату 2500x1200x12,5 мм, що складається з вогнетривкого гіпсового сердечника з додаванням вермикуліту і склорівінгу, всі площини якого, крім торцевих крайок, облицьовані негорючим склополотном, міцно приклеєним до сердечника. Всі кромки плит мають прямокутну форму. Ця продукція відноситься до будівельного матеріалу класу А1 (НГ) [5].

Негорючі плити «Фаєрборд» спеціально розроблені фірмою КНАУФ для забезпечення підвищених вимог у галузі пожежної безпеки будівель і споруд.

Фаєрборд виглядає як звичайна гіпсова плита, але має високі вогнетривкі властивості. Багаторазові випробування показали, що Фаєрборд може стримувати полум'я більше години, не втрачаючи експлуатаційних властивостей.

Фаєрборд застосовується в якості вогнезахисного облицьовального матеріалу в каркасно-обшивних конструкціях перегородок, облицьовань стін і підвісних стель на шляхах евакуації та в зальних приміщеннях в будівлях різного функціонального призначення, поверховості і місткості, в інших будівельних конструкціях, де згідно з вимогами пожежної безпеки передбачено застосування негорючих будівельних матеріалів (НГ) класу пожежної небезпеки КМ0. Дані вимоги наведені в табл. 28 і 29 Додатка до Федерального закону Російської Федерації від 22 липня 2008 р. N 123-ФЗ «Технічний регламент про вимоги пожежної безпеки».

Головне завдання плит «Фаєрборд» – запобігти поширенню вогню і тим самим забезпечити евакуацію людей. На сьогодні з усіх представлених на ринку негорючих матеріалів тільки він довів свою ефективність у боротьбі з полум'ям. При цьому важливо, що Фаєрборд є абсолютно безпечним екологічним матеріалом.

Принципова відмінність поведінки плит «Фаєрборд» від інших плитних гіпсових виробів в умовах стандартних вогневих випробувань полягає в тому, що після випарювання кристалізаційної вологи з гіпсового сердечника виріб не тріскається і не руйнується більш тривалий час (80–90 хв.).

Крім посиленого гіпсового сердечника, це досягається наявністю негорючого склополотна, яке виконує функції вогнестійкого армуючого каркаса виробу. Ця властивість плит «Фаєрборд» забезпечує більш високу вогнестійкість конструкцій на їх основі.

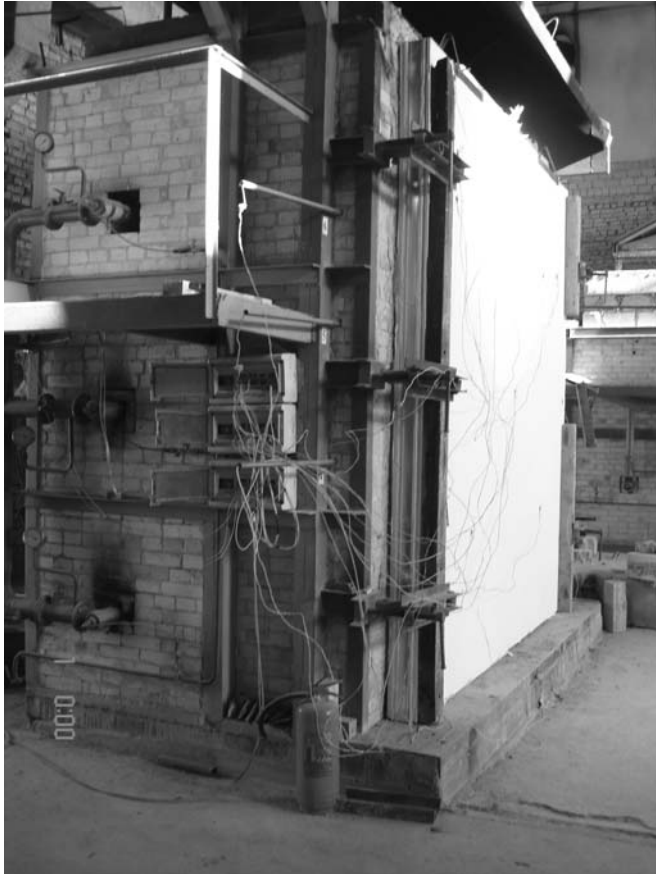


Фото 1. Випробування на вогнестійкість протипожежної перешкоди з плит Кнауф «Діамант» в Випробувальному центрі «Тест» м. Бровари Київської області

«Фаєрборд» – це оптимальний варіант облицювання технічних приміщень, особливо тих місць, де є підвищений ризик виникнення вогню: котельні, майстерні, гаражі, зони димоходів і т.д. Стіни з цього матеріалу покликані локалізувати пожежу в одному приміщенні і не дати полум'ю вирватися назовні.

В Європі «Фаєрборд» використовується вже багато років. Його широко застосовують для облицювання запасних виходів в офісних і торгових центрах: там, де проходять шляхи евакуації. Крім того, він може застосовуватися в якості додаткового негорючого облицювання, яке кріпиться до вже існуючих конструкцій стін.

Надміцна гіпсова плита Кнауф «Діамант» – це композиційний будівельний виріб, який складається із імпрегнованого силіконовим маслом вологостійкого гіпсового осердя, армованого спеціальним картоном підвищеної міцності, та склоровінгом – для підвищення опірності дії відкритого полум'я (таблиця 2). Підвищена густина гіпсового осердя забезпечує більш високі показники твердості поверхні та міцності плит в цілому [6].

Це гіпсокартонна плита, яка поєднала в собі споживні властивості багатьох видів плит і є, таким чином, в певній мірі універсальним будівельним матеріалом. Згідно нових Технічних умов [3] плита Кнауф «Діамант» відноситься до ГКПВО (гіпсокартонних волого- та вогнестійких плит) типу DFH2IR. Позначення типу плит літерами латинського алфавіту запроваджено європейським стандартом EN 520 [2] та означає наступне:

- ГКП типу D – плита з визначеною густиною;
- ГКП типу F – плита з підвищеною опірністю впливу відкритого полум'я;
- ГКП типу H2 – плита вологостійка з водопоглинальною здатністю нижче 10%;
- ГКП типу I – плита з підвищеною твердістю поверхні;
- ГКП типу R – плита з підвищеною міцністю.

Плити Кнауф «Діамант», які підприємство «Кнауф Гіпс Київ» запустило у виробництво на початку 2011 року, були випробувані згідно до європейських стандартів у виробничій лабораторії підприємства за участі наукових співробітників кафедри товарознавства та комерційної діяльності КНУБА. Ґрунтовно досліджувались перш за все два параметри: вогнестійкість та міцність плит. В лабораторних умовах були проведені порівняльні випробування звичайних ГКП (вогнестійкість яких не нормується), ГКПО та ГКПВО «Діамант», опірність яких впливу відкритого полум'я згідно ТУ та ДСТУ повинна бути не меншою ніж 20 хвилин (табл. 3).

Тест на вогнестійкість показав, що звичайні ГКП не руйнуються протягом 10 хвилин, вогнестійкі гіпсові плити (ГКПО), армовані склороволном, витримують температурні навантаження до 60 хвилин, а плити «Діамант» не руйнуються протягом 30 хвилин при температурі 1000 °С. Завдяки високим пожежостримуючим властивостям плити Кнауф «Діамант» можуть застосовуватись в якості протипожежних перегородок та перешкод (фото 1).

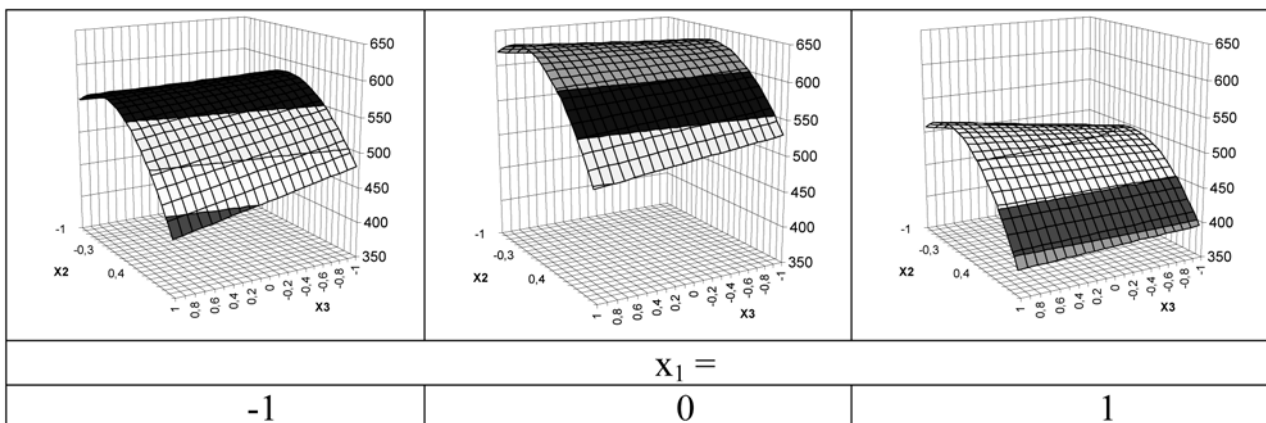


Рис. 4. Поверхні міцності на стиск

Показниками міцності гіпсової плити є нормоване ДСТУ та ТУ руйнівне навантаження при згині, яке вимірюється в Н(кгс), та прогин (мм). Руйнівне навантаження при випробуванні на міцність при згині зразків плити «Діамант», становило в поздовжньому напрямку – 763 Н, що на 6% вище нормованого показника і на 20% вище показника для звичайних ГКП, а в поперечному напрямку – 331 Н, що на 23% вище нормованого показника і майже в два рази перевищує цей показник для звичайних плит. Показник прогину, який згідно нормативів є однаковим як для звичайних ГКП (типу А), так і для ГКП з підвищеною міцністю (типу R), у зразках плити «Діамант» перевищував норматив теж майже в два рази (табл. 3).

Гіпсові будівельні матеріали належать до класичних вогнестійких. Надійний захист від пожежі забезпечується насамперед завдяки вмісту приблизно 20 % зв'язаної кристалізаційної води (1 м² гіпсової плити завтовшки 15 мм містить приблизно 3 л води). Під впливом пожежі гіпс зневоднюється, тобто кристалізаційна вода випаровується. При цьому витрачається енергія, поширення пожежі уповільнюється внаслідок утворення парової завіси між вогнем та гіпсовим будівельним матеріалом. Для нагрівання, випаровування й десорбції кристалізаційної води, наприклад, з 1 м² гіпсової плити завтовшки 15 мм, витрачається приблизно 8400 кДж (≈ 2000 ккал).

Важливим завданням, яке вирішують інженери-проектувальники вогнестійких конструкцій, є визначення оптимальних значень товщин шарів вогнезахисних матеріалів, що використовуються в конструкції. Вибір завищених значень товщини призводить до необґрунтованих матеріальних витрат та збільшення маси конструкції. Заниження, відповідно, призводить до того, що межа вогнестійкості стає меншою від проектної. Оптимальна товщина відповідає мінімальній товщині шару матеріалу, при якій забезпечується необхідна межа вогнестійкості будівельної конструкції. Плити «Діамант» повністю відповідають зазначеним вимогам і можуть бути використані в якості облицювального елемента для вогнезахисту різноманітних будівельних конструкцій [7].

Метою даної роботи було створення дисперсної системи на основі гіпсових в'язучих та наповнювачів, які б давали синергетичний ефект щодо підвищення як міцнісних, так і вогнестійких параметрів. Оптимальним

вибором наповнювача з нашої точки зору є застосування цеоліту, тому що цеоліт:

- це доволі тверда гірська порода (твердість за шкалою Мооса складає 3,5–5,5), що дає можливість допускати підвищення міцності та твердості поверхні ГКП при її мінімальному дозуванні (до 10 %);

- це дрібнопористий матеріал, який в своєму складі має хімічно зв'язану воду і тому його зневоднення під дією високих температур буде пов'язано з певним часом та витратами енергії.

Цеоліт широко використовується в різних галузях промисловості як дрібнопористий сорбент. Необхідно врахувати, що поліпшення санітарно-гігієнічних показників внутрішнього середовища приміщення є актуальним у зв'язку з високим рівнем хімічного забруднення повітря. Джерелами цих забруднень є як зовнішні фактори – автомобільний транспорт, теплоенергетика і транспорт, так і внутрішні – хімічні випаровування фарби, лаку, меблевого клею, пластика, підлогових покриттів, тютюновий дим, органічні речовини і т.п.

Одним з аспектів даної проблеми є зменшення концентрації шкідливих речовин, що знаходяться всередині приміщень. В якості рішень в даний час застосовуються системи природної і примусової вентиляції з додатковими фільтруючими елементами або без них, а так само побутові системи очищення і зволоження повітря.

У зв'язку з цим актуальним є питання створення оздоблювальних матеріалів на базі активних мінералів з високою сорбційною і іонообмінною ємністю. Такими мінералами є сорбенти, які широко застосовуються в нафтопереробній та газовій промисловості. При вивченні структури і властивостей різних сорбентів вибір був зупинений на іонообмінних сорбентах, а саме цеолітах, які широко застосовуються в процесах очищення нафтопродуктів, для сушіння і поділу газів і рідин, освітлення харчових та інших матеріалів і т.д [8]. Прикладом оздоблювального матеріалу з такими властивостями є плита Кнауф «Клінео Акустик», що виготовляється з додаванням цеоліту. Завдяки перфорації, повітря має безпосередній контакт з сорбуючим мінералом, що дозволяє зменшити концентрацію шкідливих речовин.

Підвищення вогнестійкості гіпсокартонних плит досягається за рахунок введення в структуру гіпсового

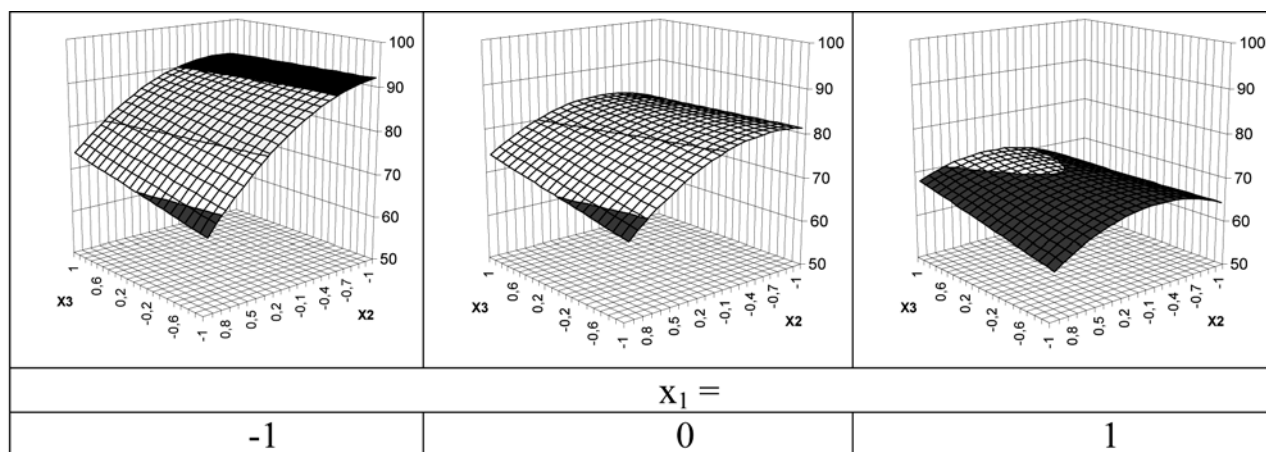
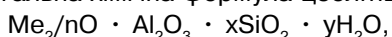


Рис. 5. Поверхні міцності на вигин

сердечника наповнювача, що впливає на формування структури гіпсового каменю та дозволяє збільшити час опору дії полум'я при використанні ГКП в якості конструкцій захисних оболонок. В якості модифікатора сердечника ГКП використовували мелений порошок природних цеолітів українських родовищ, який вводили в гіпсове в'язуче для поліпшення властивостей і надання спеціальних функцій плитам. Склад цеолітів на 80 відсотків складається з оксидів кремнію, твердість яких коливається в інтервалі 3,5–5,5 за шкалою Мооса. Цеоліт має добре ограновані кристали з розмірами часток від мікрона до кількох сантиметрів, його визначають як тривимірні кристалічні структури, що мають однорідні пори молекулярних розмірів. Через розгалужену систему каналів, які пронизують структуру цеоліту їх називають молекулярними ситами. Загальна хімічна формула цеолітів має вигляд



де Me – катіон лужного металу, а n – його валентність.

Широке використання цеолітів в якості молекулярних сит обумовлено їх незвичайними властивостями: здатністю сорбувати водяну пару або різні речовини в газоподібному стані, катіони цеолітів легко обмінюються на інші позитивні іони. Мережа порожнин і вузькі дифузійні шляхи (пори) призводять до утворення глибоко розвиненої внутрішньої поверхні.

Питома поверхню цеолітів виражають відношенням загальної поверхні пористого або диспергированого в даному середовищі тіла до його об'єму або маси. Питома поверхня пропорційна дисперсності або обернено пропорційна розміру частинок дисперсної фази. Від величини питомої поверхні залежать поглинальна властивість адсорбентів, ефективність твердих каталізаторів, властивості фільтруючих матеріалів. Питома поверхня активного вугілля становить 500–1500, цеолітів до 1100, силікагелів – до 800, макропористих іонообмінних смол – не більше 70, а діатомітових носіїв для газорідної хроматографії – менше 10 м²/г.

У будівельній промисловості, у виробництві матеріалів з високими сорбційними показниками доцільно використовувати цеоліти, що забезпечують ефективно поглинання і зниження концентрацій найбільш поширених в побуті шкідливих речовин. До

таких речовин відносяться формальдегід, окис азоту, бензол, фенол, нікотин, окис вуглеводню, аміак та інші. З багатьох факторів, що впливають на швидкість сорбції дрібнопористими сорбентами, найбільше значення має розмір молекул по відношенню до розміру вхідного отвору.

Цеоліт завдяки своїй унікальній структурі і високій сорбційній і іонообмінній ємності дозволяє адсорбувати з газових і рідких систем пари різних речовин. Ємність поглинання цеолітів в 30 разів вище, ніж у іонообмінних смол. Хімічний склад цеоліту, використаного в експериментах, представлений в таблиці 4.

Завданням досліджень було визначення оптимального складу компонентів гіпсового сердечника і вивчення впливу добавки цеоліту на його фізико-механічні властивості. Враховувалося, що введення додаткової кількості води з цеолітом, що має високу внутрішню пористість, до складу сердечника гіпсокартонної плити дозволяє уповільнити реакцію дегідратації в'язучого при впливі високих температур. Були визначені фактори, що дозволяють отримати якісне гіпсове в'язуче сердечника з підвищеною вогнестійкістю. Для цього використовували математичне планування експерименту, за допомогою якого вивчався вплив ефірів крохмалю в якості водоутримуючої добавки на процеси легкоукладальності суміші з цеолітом, який виступав в ролі водомісткої добавки, що віддає воду в гіпсовий розчин в процесі твердіння і при нагріванні, і водотвердого відношення (В/Т) на фізико-технічні характеристики гіпсового каменю (таблиця 5).

При вивченні поверхні міцності на стиск видно, що значення міцності змінюється лише при зміні вмісту цеоліту. Так точка максимуму відповідає вмісту цеоліту 10 % (рівень x₁=0). Збільшення вмісту води призводить до значного зниження міцності. Крохмаль не впливає на міцнісні характеристики, несуттєво підвищуючи їх в зоні максимумів і знижуючи в зоні мінімумів.

Аналіз поверхні міцності на вигин показує, що збільшення вмісту цеоліту разом з водою знижує даний показник. Введення ефірів крохмалю в точках мінімуму збільшує міцність. Для забезпечення міцнісних характеристик на вигин необхідно ретельно визначитися з вмістом цеоліту без суттєвого збільшення кількості води.

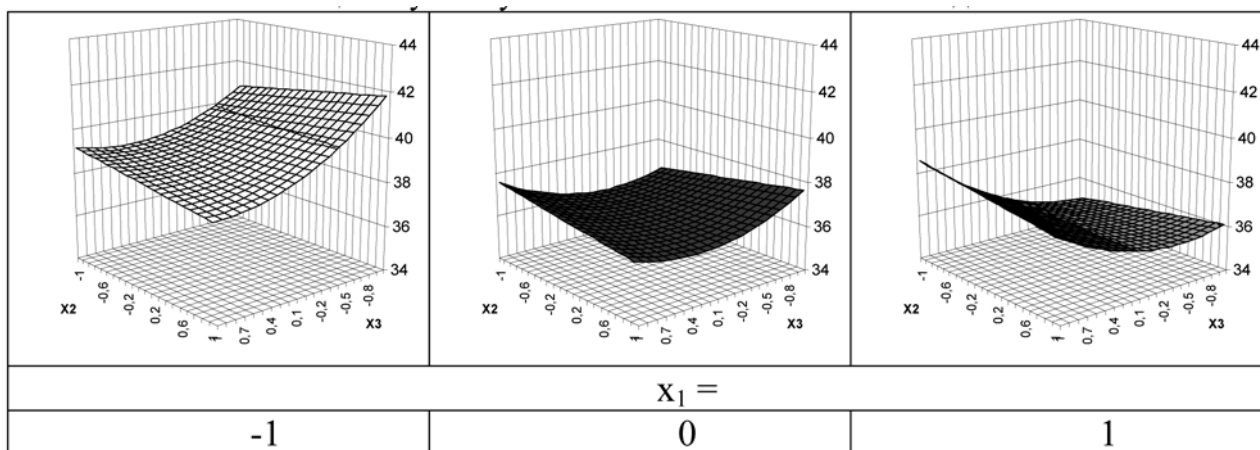


Рис. 6. Поверхні водопоглинання

Матриця планування експерименту та фізико-технічні властивості гіпсового каменю

№ п/п	Фактори			Розплив за Сутгардом, мм	R стиск (сер.), МПа	R зг (сер.), МПа	W, %
	Крохмаль, %	Цеоліт, %	В/Т, %				
1	-	-	-	190	52,0	9,3	41,4
2	+	-	-	118	43,0	6,3	35,5
3	-	+	-	210	46,7	6,0	42,5
4	+	+	-	130	39,0	6,3	37,0
5	-	-	+	175	55,0	9,0	38,8
6	+	-	+	110	51,7	6,7	37,7
7	-	+	+	180	44,7	7,7	37,5
8	+	+	+	127	40,3	6,3	37,5
9	-	0	0	180	58,0	9,0	38,8
10	+	0	0	120	51,0	7,0	35,5
11	0	-	0	123	64,5	8,0	35,0
12	0	+	0	200	49,0	7,5	35,8
13	0	0	-	172	67,0	8,0	35,5
14	0	0	+	170	59,0	8,0	38,0
15	0	0	0	171	60,5	8,0	38,5

Аналіз результатів дослідження показує, що введення цеоліту суттєво підвищує міцнісні показники без істотного збільшення вологості зразків. Збільшення В/Т відношення змінює показник незначно. Вплив крохмалю найбільш виражено у складах без цеоліту і призводить до зниження вологості, а при введенні цеоліту – до збільшення.

В результаті аналізу отриманих моделей було встановлено, що введення цеоліту в гіпсову суміш в обсязі 10–15% на 12–20% збільшує водовміст зразків, що в подальшому призводить до збільшення їх вогнестійкості.

В ході досліджень був визначений оптимальний вміст добавки та зафіксовані фізико-механічні властивості гіпсового в'язучого з цеолітом. Отримані результати заплановано використати в подальшій роботі над розробкою композиційної дисперсної системи для виробництва гіпсокартонних плит підвищеної пожежостійкості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гавриш О.М. Питання стандартизації будівельних матеріалів для сухого будівництва в країнах ЄС. Будівельні матеріали та виробни // Всеукраїнський науково-технічний і виробничий журнал. – № 3 (56), 2009. – С. 28–31.

2. EN 520:2004 «Гіпсові плити – поняття, вимоги і методи досліджень»

3. Плити гіпсокартонні «Кнауф». Технічні умови. ТУ У В.2.7. – 26.6 – 00290966 – 003: 2010.

4. Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / Захарченко П.В., Ленга Г., Гавриш О.М., Півень Н.М. КНУБА. – Вид. 28-е, виправл. і доповн. – К.: «СПД Павленко», 2011. – 512 с.

5. www. knauf.ru

6. Гавриш О.М., Мороз О.І. Надміцна гіпсова плита Кнауф «Діамант»: досвід застосування // Строительные материалы и изделия. – 2011. – № 6. – С. 28–30.

7. Рекомендації з проектування та улаштування гіпсокартонними плитами «Кнауф» перегородок, до яких пред'являються вимоги пожежної безпеки, та вогнезахисту будівельних конструкцій. К.: «СПД Павленко», 2011. – 44 с.

8. Орлов А. В. Повышение эффективности поризованных гипсовых материалов за счет введения цеолитов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.23.05. Московский государственный строительный университет. – Москва – 2011 г.