

## ПОКАЗНИКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ МАГНЕЗИТОВИХ ПЛИТ

А. П. Половко, канд. техн. наук;  
Р. Б. Веселівський, канд. техн. наук;  
О. О. Василенко, ад'юнкт;  
В. Л. Петровський, зав. лабораторії

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів*

**Анотація.** Проведено аналіз літературних джерел щодо показників пожежної небезпеки магнезитових плит. Описано проведені випробування за існуючими методиками на горючість, займистість, здатність поширювати полум'я та димоутворювальну здатність магнезитових плит. За результатами випробувань обґрунтовано можливість застосування магнезитових плит для огорожувальних будівельних конструкцій.

**Ключові слова:** показник пожежної небезпеки, магнезитова плита, експериментальна установка.

**Аннотация.** Проведен анализ литературных источников по показателям пожарной опасности магнезитовых плит. Описаны проведенные испытания по существующим методикам на горючесть, воспламеняемость, способность распространять пламя и дымообразующую способность магнезитовых плит. По результатам испытаний обоснована возможность применения магнезитовых плит для ограждающих строительных конструкций.

**Ключевые слова:** показатель пожарной опасности, магнезитовая плита, экспериментальная установка.

**Abstract.** The article deals with the analysis of existing sources of information on the fire characteristics of magnesite panels. The conducted research using the existing methods of combustibility, flammability tests, flame spread ability and smoke-forming ability of magnesite panels. The opportunity of using magnesite panels for building envelopes was proved in terms of results of the tests.

**Keywords:** fire characteristic, magnesite panel, experimental equipment.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Забезпечення пожежної та техногенної безпеки є одним з пріоритетних напрямків діяльності держави. Особливої уваги потребує галузь будівництва, де застосовуються новітні технології та будівельні матеріали, які повинні відповідати чинним вимогам та стандартам України. Незалежно від складу та способу виготовлення всі будівельні матеріали повинні мати задовільні показники пожежної небезпеки [5], оскільки від правильності їх визначення залежить сфера застосування матеріалів у будівництві.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Магнезитові плити не є новинкою на будівельному ринку України, і за останні 5 років упровадження їх у будівництво значно зросло. Перші дослідження горючості магнезитових плит проводились Українським науково-дослідним інститутом пожежної безпеки МНС України в 2007 році [7]. Відповідно до звіту про випробування магнезитові плити для застосування в промисловому та цивільному будівництві визнано негорючим матеріалом. Технічне свідоцтво [8], в якому зазначені показники пожежної небезпеки магнезитових плит, на сьогодні є недіючим, тому виникла потреба в їх визначенні, оскільки існує імовірність зміни складу та відсоткового вмісту горючих наповнювачів у них за останні кілька років.

Магнезитові плити мають широку сферу застосування в будівництві для облицювання, настилання підлог, зведення легких перегородок тощо. Зокрема, вони можуть застосовуватись як вогнезахисний шар, тому необхідно враховувати також вимоги нормативних документів до вогнезахисних матеріалів: матеріал має бути негорючим, не розповсюджувати полум'я по поверхні, повинен мати низьку димоутворювальну здатність тощо [5].

**МЕТА СТАТТІ** – визначення показників пожежної небезпеки магнезитових плит (групи горючості, займистості, розповсюдження полум'я, димоутворювальної здатності) за комплексом методик випробувань, згідно з діючими ДСТУ [2–4, 6].

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

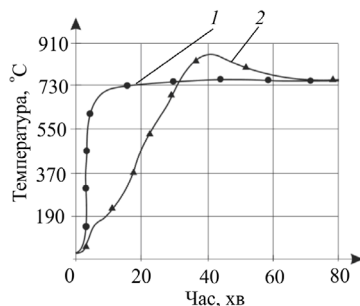


**Рис. 1.** Вигляд дослідного зразка для випробування на горючість

*Визначення групи горючості методом I.* Випробування на визначення групи горючості матеріалу здійснювали згідно з методикою [4]. Спочатку випробування проводилось за методом I, який призначений для віднесення матеріалу до групи горючих або негорючих матеріалів. Для цього було виготовлено п'ять експериментальних зразків діаметром  $45 \pm 2$  мм та висотою  $50 \pm 3$  мм (рис. 1). Усі

зразки були піддані кондиціонуванню за температури повітря  $60 \pm 2$  °C протягом доби та зважені.

Випробування проводилися в циліндричній печі при температурі  $750 \pm 5$  °C. На зразок були встановлені дві термопари, одна з яких знаходилася в геометричному центрі зразка, а інша – на поверхні. Дані з термопар зчитувались через перетворювач РТ 0102-8-К та передавалися на персональний комп'ютер, похибка при вимірюванні становила  $\pm 2$  °C. При проведенні випробувань видиме горіння не відбувалось. Ознак виділення диму та видимих продуктів згоряння не було виявлено. Графічне відображення зміни температури в печі та у зразку наведено на рис. 2.



**Рис. 2.** Графіки зміни температур на поверхні та всередині дослідного зразка під час випробування на горючість (на прикладі першого зразка): 1 – термопара, встановлена на поверхні зразка; 2 – термопара, встановлена в геометричному центрі зразка

З рис. 2 видно, що температура в печі сягнула значення  $750 \pm 5$  °C та не змінювалась протягом усього процесу випробування, який тривав 1 год 25 хв. На 36-й хв проведення експерименту температура всередині зразка зросла до 750 °C та продовжувала зростати до 44-ї хв. У цей момент температура сягнула значення 905 °C та почала знижуватись. Температура двох термопар стабілізувалась приблизно на 80-й хв. До підвищення температури, очевидно, призвело те, що відбувся піроліз деревини, яка знаходилась у зразку за умови малої тепловіддачі та екзотермічного процесу окиснення летких складових. Проте це збільшення температури не дало видимого впливу на температуру поверхні зразка та не призвело до збільшення температури в печі.

Будівельні матеріали відносять до негорючих при таких значеннях параметрів горючості:

приріст температури в печі не більше 50 °C;

втрата маси зразка не більше 50 %;

тривалість стійкого полум'яного горіння не більше 10 с.

Середнє значення перепаду температур у печі під час випробувань становило 1,4 °C, на поверхні зразка – 4,4 °C, усередині зразка – 144 °C. Після проведення кінцевого зважування зразків було встановлено, що середнє значення втрати маси становить 36,9 %.

*Визначення групи горючості магnezитових плит методом II.* Для підтвердження результатів випробу-

вання за описаною методикою були проведені випробування зразків магnezитових плит у вогневій камері, яка призначена для визначення групи горючості будівельних матеріалів [4].

Для цього було виготовлено 12 зразків довжиною 1000 мм та шириною 190 мм.

Для випробувань використовувалась вогнева камера згідно з [4] (рис. 3), яка складається з металевого короба, системи подачі пропан-бутанової суміші, комплекту вимірювальних приладів, системи вентиляції.



**Рис. 3.** Вигляд дослідного зразка та установки для визначення групи горючості

Під час випробувань з допомогою термопар та перетворювача значення температури димових газів записувались на персональний комп'ютер; похибка вимірювань  $\pm 2$  °C. Максимальне значення температури димових газів становило 95 °C, що не перевищує максимально допустимого значення для групи горючості Г1 – 135 °C.

По завершенні випробувань встановлено, що дослідні зразки не підтримували горіння та не зазнали пошкоджень від дії полум'я. При повторному зважуванні було зафіксовано допустиму втрату маси кожного із зразків, яка становила не більше 20 % [4].

Згідно з результатами випробувань на горючість за двома методами можна зробити висновок, що магnezитові плити є негорючими.

*Визначення групи займистості магnezитових плит.* Наступним етапом досліджень стало випробування магnezитових плит на займистість. Випробування проводились за методикою, описаною в [3]. Згідно з цією методикою перед початком випробувань було виготовлено 15 дослідних зразків квадратної форми зі стороною 165 мм товщиною 10 мм. До випробувань усі дослідні зразки були піддані кондиціонуванню протягом доби за температури  $22 \pm 2$  °C. Зовнішній вигляд зразка наведений на рис. 4,а.

На початку випробування дослідна установка була піддана калібруванню для досягнення відповідної величини щільності теплового потоку, а саме 30 кВт/м<sup>2</sup>. По досягненні цієї величини в установку був встановлений

дослідний зразок та витримувався 15 хв. Протягом 15 хв проведення випробування не відбулось загоряння зразка. Згідно з методикою, щільність теплового потоку була збільшена до 40 кВт/м<sup>2</sup>. Надалі зразок піддавався дії цього теплового потоку ще 15 хв, під час яких загоряння зразка також не відбулось. Після цього зразок був підданий дії теплового потоку 50 кВт/м<sup>2</sup> протягом 15 хв. По закінченні випробувань загоряння магnezитових плит не відбувалося. На поверхні залишилися сліди від дії полум'я в центрі зразка і потемніння по всій поверхні внаслідок дії теплового потоку (див. рис. 4, б).

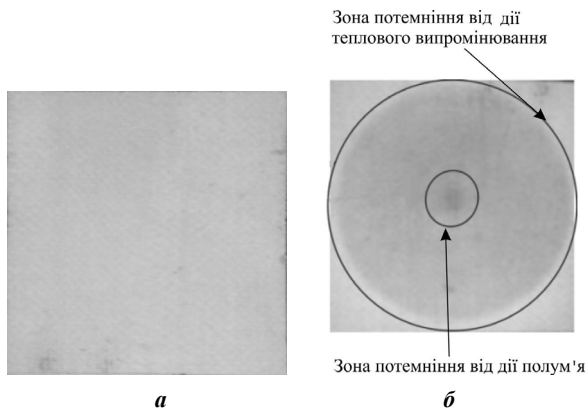


Рис. 4. Вигляд дослідного зразка для визначення групи займистості: а – до випробування; б – після випробування

За результатами випробувань магnezитові плити належить віднести до групи займистості В1 (важкозаймисті) згідно з класифікацією, встановленою [3].

*Визначення групи розповсюдження полум'я.* Визначення групи розповсюдження полум'я проводилося за методикою, затвердженою [2]. Для проведення випробувань було виготовлено 5 зразків магnezитових плит розміром 1100×250 мм. За затвердженою методикою [4] зразки піддаються обов'язковому кондиціонуванню при температурі 20±2 °С та відносній вологості 65±5 % близько 72 год. Зовнішній вигляд зразка наведено на рис. 5.



Рис. 5. Вигляд установки з дослідним зразком для визначення групи розповсюдження полум'я

Безпосередньо перед випробуванням було проведено калібрування установки для досягнення відповідної щільності теплового потоку в контрольних точках, розташованих на відстані 200, 400 та 600 мм від краю зразка, над яким була розташована радіа-

ційна панель. Відповідні величини теплового потоку в цих точках становили 9, 5 та 2,4 кВт/м<sup>2</sup>.

Після досягнення сталого режиму в камері до неї поміщався дослідний зразок. Після витримки протягом 2 хв до краю зразка підводився факел пальника, який діяв на зразок протягом 10 хв.

За весь час випробування кожного із зразків загоряння на їх поверхні не відбувалось. Згідно з методикою [2], при відсутності загоряння зразка випробування припинялось.

Після охолодження камери зразок був демонтований. За результатами візуального огляду встановлено відсутність обвуглень та прогорань дослідних зразків. У місці дії полум'я пальника встановлено сліди дії полум'я пропан-бутанової суміші (рис. 6).

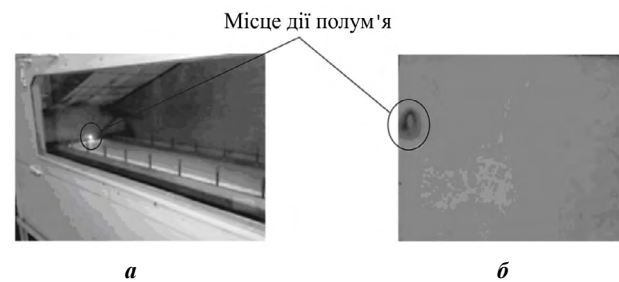


Рис. 6. Вигляд дослідного зразка магnezитової плити: а – під час випробування; б – після випробування

За результатами випробувань можна зробити висновок, що магnezитові плити не поширюють полум'я по поверхні та належать до групи РП1 (не поширюють полум'я поверхнею) згідно з прийнятою класифікацією [2, 5].

*Визначення групи за димоутворювальною здатністю.* Завершальним етапом випробувань магnezитових плит на показники пожежної небезпеки було випробування на димоутворювальну здатність. Згідно з методикою експериментального визначення коефіцієнта димоутворення твердих речовин і матеріалів [6], для цього було виготовлено 10 зразків з розмірами 40×40 мм та прокондиціоновано при відносній вологості 50 %, температурі 22±2 °С протягом 48 год. Зовнішній вигляд зразка наведено на рис. 7.

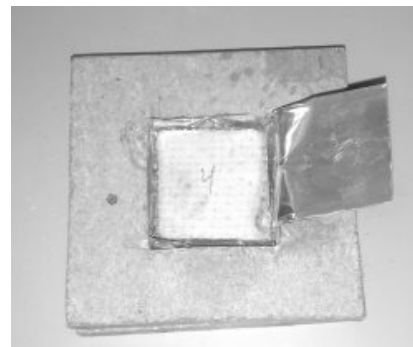


Рис. 7. Вигляд дослідного зразка магnezитової плити для випробування на димоутворювальну здатність

Дослідний зразок при кожному випробуванні монтувався в азбестову плиту з контейнером та поміщався в дослідну камеру.

Випробування зразків магнезитових плит проводилось у двох режимах: режимі тління (без ініціувального горіння) та режимі горіння (з ініціувальним горінням). У режимі тління на кожен із п'яти зразків діяв лише тепловий потік потужністю 35 кВт/м<sup>2</sup>, а в режимі горіння – тепловий потік потужністю 25 кВт/м<sup>2</sup> одночасно з факелом пальника. Тепловий потік у камері з радіаційною панеллю контролювали за допомогою РТ 0102-8-К; при цьому похибка вимірювань становила  $\pm 2$  °С. За результатами випробувань зразків магнезитових плит було визначено середні коефіцієнти димоутворення за двома режимами випробувань та зведено їх у табличну форму в протоколі випробувань.

Значення коефіцієнта димоутворення в режимі горіння становить 1,36 м<sup>2</sup>/кг, у режимі тління – 0,98 м<sup>2</sup>/кг. Тому, згідно з 2.14.2 ГОСТ 12.1.044–89, зразки матеріалу класифікуються як «матеріал з малою димоутворювальною здатністю», група Д1 (з малою димоутворювальною здатністю), максимальне значення для якої становить 50 м<sup>2</sup>/кг.

*Токсичність магнезитових плит.* Установлення групи токсичності матеріалу є важливою інформацією при визначенні сфери застосування того чи іншого будматеріалу.

Випробування магнезитових плит на токсичність не проводились у зв'язку з обмеженими можливостями науково-дослідної лабораторії ЛДУ БЖД. Незважаючи на це, рівень токсичності цього будівельного матеріалу можна охарактеризувати, якщо проаналізувати його хімічний склад та провести аналіз існуючих сертифікатів відповідності [1, 8]. Згідно з [8] магнезитові плити віднесені до групи токсичності Т2 (помірно небезпечні). Такий показник може обумовлюватися наявністю невеликої кількості технічних домішок та клеїв, що використовуються в процесі виготовлення магнезитових плит.

Основними складовими магнезиту є оксид магнію (MgO), хлорид магнію (MgCl<sub>2</sub>), перліт, деревна стружка та скловолокно.

Оксид магнію існує в природі у вигляді мінералу периклазу, гігроскопічний та поглинає вуглекислий газ і вологу з повітря з наступним утворенням

карбонату магнію (MgCO<sub>3</sub>). На виробництві оксид магнію добувають шляхом обпалювання карбонату магнію. Властивості кінцевого продукту залежать від температури обпалювання. Легка магнезія – різновид того ж оксиду магнію, що утворюється при температурі 500...700 °С. Цей вид магнезії використовується в медицині, для очищення нафтопродуктів, у харчовій промисловості у вигляді добавки Е530. Важка магнезія утворюється при температурі випалювання 1200...1600 °С. Саме така магнезія використовується для виробництва різноманітних вогнетривів [9].

Хлорид магнію – гігроскопічна речовина, яка існує в природі у вигляді кристалів бішофіту. Хлорид магнію застосовують головним чином у виробництві металевого магнію (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O), для отримання магнезійних цементів, а також у харчовій промисловості у вигляді харчової добавки Е511 та антипірену для деревини.

Перліт – гірська порода вулканічного походження. Цей мінерал є хімічно нейтральним. Також перліт є екологічно чистим, нетоксичним матеріалом і не містить важких металів [9]. Перліт широко використовується в будівельній промисловості для теплої звукоізоляції, виготовлення теплоізоляційного тиньку, фарби тощо.

До складу магнезитової плити входить також скловолокно, яке виконує функцію армування, оскільки сам магнезит є крихкою композицією. Скловолокно, яке широко застосовується в промисловості та будівництві, є нетоксичним матеріалом.

Отже, на основі аналізу результатів досліджень та речовин, які входять до складу магнезитових плит, а також сфери їх застосування можна зробити висновок, що токсичність магнезитових плит є мінімальною.

## ВИСНОВОК

За результатами аналізу літературних джерел та проведеного комплексу експериментальних випробувань установлено, що магнезитові плити мають такі показники пожежної безпеки: НГ (негорючий матеріал), В1 (важкозаймисті), РП1 (не поширюють полум'я поверхню), Д1 (з малою димоутворювальною здатністю) та Т2 (помірно небезпечні) [5] – і можуть використовуватись як вогнезахисний матеріал для будівельних конструкцій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи Державної санітарно-епідеміологічної служби № 05.03.02-03/40659 від 22.04.2011 р. [Текст].
- [2] Захист від пожежі. Будівельні матеріали. Метод випробування на розповсюдження полум'я [Текст] : ДСТУ Б.В.2.7-70–98. – К. : Держбуд України, 1998. – 12 с.
- [3] Захист від пожежі. Будівельні матеріали. Метод випробування на займистість [Текст] : ДСТУ Б.В.1.1-2–97. – К. : Держбуд України, 1997. – 40 с.

- [4] Захист від пожежі. Будівельні матеріали. Методи випробувань на горючість [Текст] : ДСТУ Б.В.2.7–1995. – К. : Держбуд України, 1995. – 24 с.
- [5] Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва [Текст] : ДБН В.1.1-7–2002. – К. : Держбуд України, 2003. – 41 с.
- [6] Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения [Текст] : ГОСТ 12.1.044–89. – М. : Изд-во стандартов, 1989.
- [7] Протокол експериментального визначення негорючості будівельних матеріалів науково-дослідного відділу № 3 Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки № 28/ЗВ-2007 від 25.05.2007 р. [Текст].
- [8] Технічне свідоцтво придатності будівельних виробів для застосування Міністерства регіонального розвитку та будівництва України № 37 від 08.08.2007 р. [Текст].
- [9] Химическая энциклопедия [Текст] : в 5 т. Т. 2 : Даффа-Меди / редкол.: И. Л. Кнунянц [и др.]. – М. : Сов. энцикл., 1990. – 671 с.

---

© Авторський колектив

Надійшла до редколегії 10.04.13

Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК  
д-р техн. наук, проф. О. С. Рашковський