

*Н.Л. Шерстинюк, В.Б. Лоїк, канд. техн. наук, О.В. Стокалюк, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕРМИКУЛІТО-СИЛІКАТНИХ ПЛИТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

Проаналізовано тенденцію використання в сучасному будівництві «сендвіч панелей», їхні переваги та недоліки, зокрема, підвищену пожежонебезпеку, а також її зменшення шляхом використання конструкційних матеріалів на основі спучених мінералів. Запропоновано типові конструкції «сендвіч-панелей» з використанням вермикуліто-силікатних плит. Проведено експериментальні дослідження їх межі вогнестійкості та обґрунтовано область їх застосування. Встановлено, що розроблені типи конструкцій можна використовувати в будівлях і спорудах I-V ступеня вогнестійкості в якості ненесучих та самонесучих огорожувальних конструкцій.

Ключові слова: вермикуліто-силікатні плити, сендвіч-панелі, будівельні огорожувальні конструкції.

Н. Л. Шерстинюк, В. Б. Лоик, О.В. Стокалюк

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИКУЛИТО-СИЛИКАТНЫХ ПЛИТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Проанализированы тенденции использования в современном строительстве «сэндвич-панелей», их преимущества и недостатки, в частности, повышенную пожароопасность, а также ее снижение путем использования конструкционных материалов на основе спученных минералов. Предложены типовые конструкции «сэндвич-панелей» с использованием вермикулито-силікатных плит. Проведены экспериментальные исследования их предела огнестойкости и обоснована область их применения. Разработанные типы конструкций можно использовать в зданиях и сооружениях I-V степени огнестойкости в качестве ненесущих и самонесущих ограждающих конструкций.

Ключевые слова: вермикулито-силікатные плиты, сэндвич-панели, строительные ограждающие конструкции.

N. Sherstynyuk, V. Loik, O. Stokaluk

EFFICIENCY ANALYSIS OF VERMICULITE-SILICATE PLATES USE FOR THE INCREASING OF SANDWICH PANELS FIRE RESISTANCE

This paper deals with the current use of "sandwich panels" in modern constructions, their advantages and disadvantages including high fire hazard rate. The using of construction materials based on minerals as a way to decrease fire hazard is analyzed. Typical constructions of "sandwich panels" using vermiculite-silicate plates have been suggested. Experimental study of fire resistance has been shown and the construction application has been proved. It has been revealed that developed types of structures can be used in buildings and structures with the degree of fire resistance from I to V as not supporting and self-supporting frame structures.

Keywords: vermiculite-silicate plates, sandwich panels, frame structures.

Вступ. Сучасне будівництво є однією з найбільших галузей України. Його стрімкий розвиток характеризується появою та використанням нових будівельних конструкцій, що є аналогами звичайній цеглі, бетону, як найбільш вживаним в сучасних будівлях [4]. Технічний процес спричинив вагомий поштовх у розвиток застосування нових конструктивних схем будівлі на основі раціонального використання матеріалів з досить високими показниками міцності та теплофізичних властивостей матеріалів.

Постановка проблеми

Сучасні сендвіч-панелі набули масового використання в будівлях і спорудах різного призначення, це пов'язано із великою кількістю переваг над традиційними будівельними матеріалами порівняно із незначними недоліками.

Сендвіч-панель – багатошарова будівельна огорожувальна конструкція, яка складається із двох листів оцинкованої чи пофарбованої сталі всередині якої розміщений утеплювач (пінополістирол, скловата, базальтове волокно тощо).

Основні переваги сендвіч-панелей:

- високі показники теплоізоляції, звукоізоляції та екологічності;
- простота у монтуванні, транспортуванні, що зменшує трудоемкість роботи;
- мала вага, натомість зменшує навантаження на фундамент.

Недоліки:

- промерзання у місця з'єднання із конструкцією та мала міцність у місцях з'єднання;
- панелі із пінополістиролу та OSB плит є пожежонебезпечними та мають токсичні речовини продуктів горіння, тому виникає ймовірність поширення пожеж по вертикалі будівлі.

Сучасні нові технології дають змогу збільшити показники вогнестійкості будівельних огорожувальних конструкцій, а також покращити естетичний вигляд декоративними вогнезахисними покриттями та конструкційно-оздоблювальними матеріалами [5].

Останнім часом за кордоном розроблені і впровадженні у виробництво екологічно чисті конструкційні тепло- і вогнезахисні неорганічні матеріали на основі спучених мінералів, а саме перліту і вермикуліту [6], в яких як армуючий компонент використано волокнисті неорганічні матеріали. Одним із способів підвищення показників пожежонебезпеки є використання вогнестійких плит.

Мета. Проведення експериментальних досліджень сендвіч-панелей з використанням вермикуліто-силікатних плитта обґрунтоване підвищення їх вогнестійкості.

Методика проведення досліджень. Слід відмітити, що методики визначення межі вогнестійкості, які використовуються та регламентовані стандартами України [1,2] є наближені до відповідних Європейських стандартів та враховують положення Директиви 89/106 ЕЕС і мають ряд недоліків, що пов'язані із складністю, та багатошаровістю конструкцій.

Суть методу випробування полягає у нагріванні за стандартним температурним режимом дослідних фрагментів, які встановлюються у вертикальний отвір печі, та визначенні проміжку часу від початку вогневого випробування до настання граничного стану за втратою теплоізолювальної здатності [1,2,3].

Вогневі випробування фрагментів огорожуючих конструкцій проводилися в електроречі СНОЛ-1,6.2,0.0,8/9-М1 УХЛ4,2, [8]. Для фіксування температури під час проведення експериментальних досліджень було підібрано комплект хромель-алюмелевих термопар довжиною 1-1,5 м з ізоляцією із керамічного намиста. Термопари придатні для вимірювання температур в діапазоні 0-1100°C при тривалому застосуванні або до 1300 °С при короткочасному. Схема розміщення приладів в печі відображена на рис 1. Термопари в печі 1 та термопари у дослідному зразку під'єднали до регулятора-вимірювача РТ 0102-8-К [7], які були підключені до персонального комп'ютера.

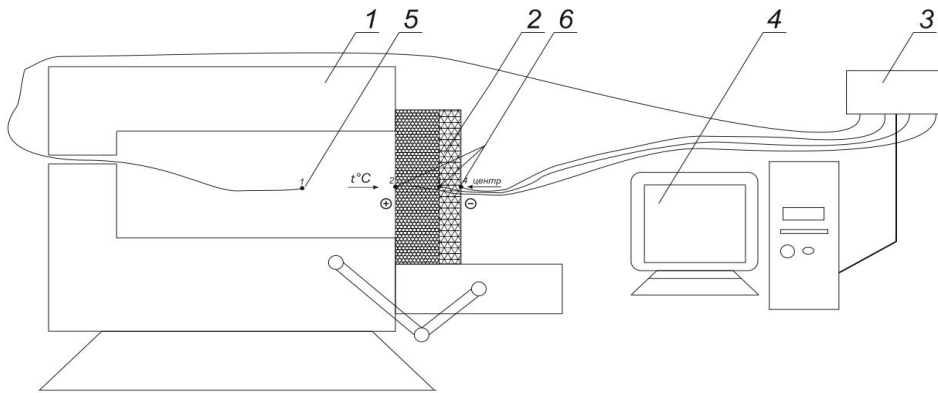


Рис. 1. Схема розміщення приладів під час експерименту:
 1) піч; 2) дослідний зразок фрагмента огорожувальної конструкції;
 3) перетворювач температури; 4) персональний комп'ютер; 5) термопари в печі;
 6) термопари в фрагменті огорожувальної конструкції

На основі аналізу властивостей конструкційних елементів сендвіч-панелей виявлено, що основним недоліком є їх недостатня вогнестійкість. На підставі цього запропоновано такі будівельні огорожувальні конструкції із використанням ППС, мінеральної вати, листового металу з оцинкованої сталі – металева пластина та вермикуліто-силікатної плити для підвищення вогнестійкості огорожувальних будівельних конструкцій.

Для проведення експериментів було виготовлено 3 фрагмента сендвіч-панелей по два взірці кожного.

Фрагмент №1 огорожувальної конструкції – тришарова сендвіч-панель СПВСП, що складається із двох листів оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм, з наповнювачем із вермикуліто-силікатної плити товщиною 20 мм, загальними розмірами СПВСП 220?160?30 мм (рис 2).

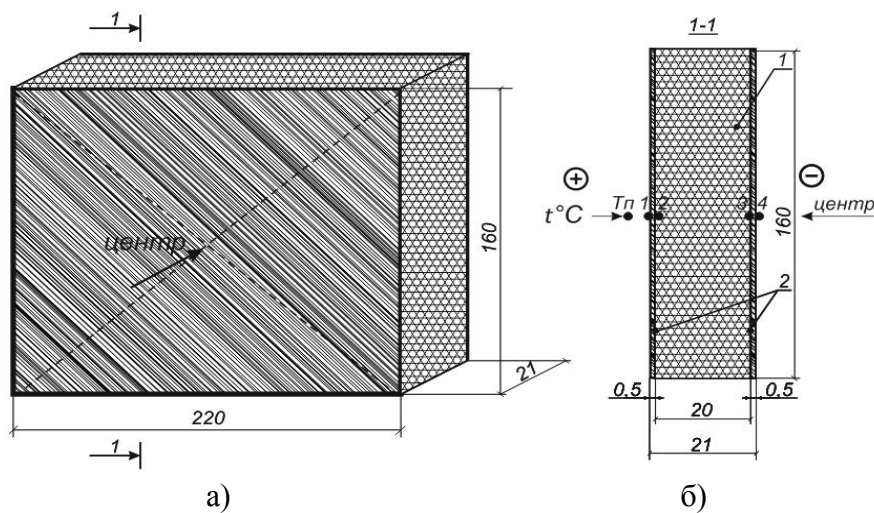


Рис. 2. Сендвіч-панель маркування СПВСП та схема розміщення термопар:
 а) габаритні розміри; б) розріз: 1) вермикуліто-силікатна плита; 2) листова оцинкована сталь. Тп – термопара в печі, 2,3 – між шарами конструкції, 1,4 – наобігріваній та необігріваній поверхнях.

Фрагмент №2 огорожувальної конструкції – п'ятишарова сендвіч-панель СПВСППС, що складається із двох листів оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм, з наповнювачем із двох листів вермикуліто-силікатної плити товщиною 20 мм, між якими знаходиться пінополістирол товщиною 40 мм загальними розмірами СПВСППС 220?160?81 мм (рис. 3).

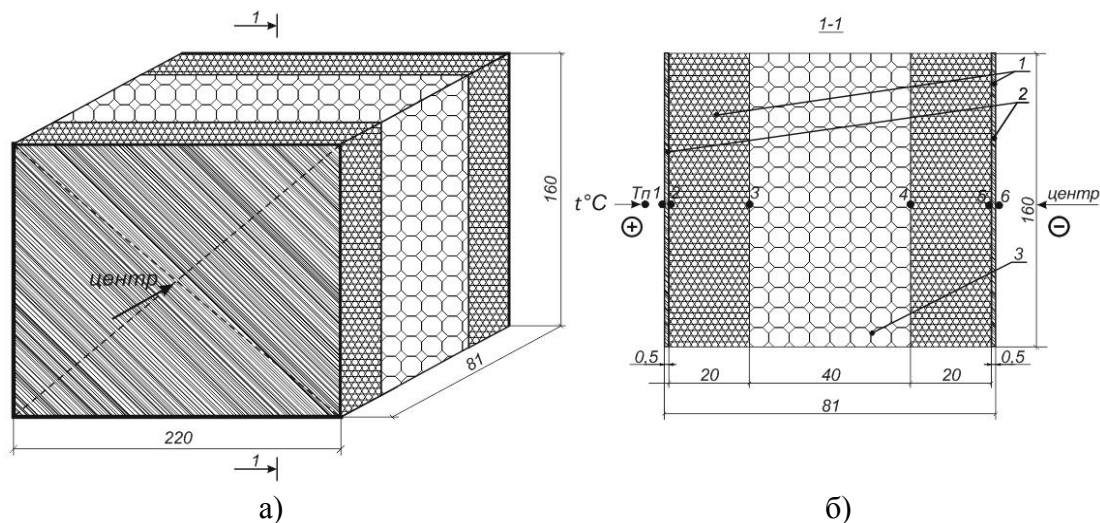


Рис. 3. Сендвіч-панель маркування СПВСПППС та схема розміщення термопар:
 а) габаритні розміри; б) розріз: 1) вермикуліто-силікатна плита; 2) листова оцинкована сталь; 3) пінополістирол, T_n – термопара в печі, 2-5 – між шарами конструкції, 1, 6 – на обігріваній та необігріваній поверхнях.

Фрагмент №3 огорожувальної конструкції – п'ятишарова сендвіч-панель СПВСПМВ, що складається із двох листів оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм, із наповнювачем з двох листів вермикуліто-силікатної плити товщиною 20 мм, між якими знаходиться мінеральна вата товщиною 50 мм загальними розмірами СПВСПМВ 220?160?91 мм (рис. 4).

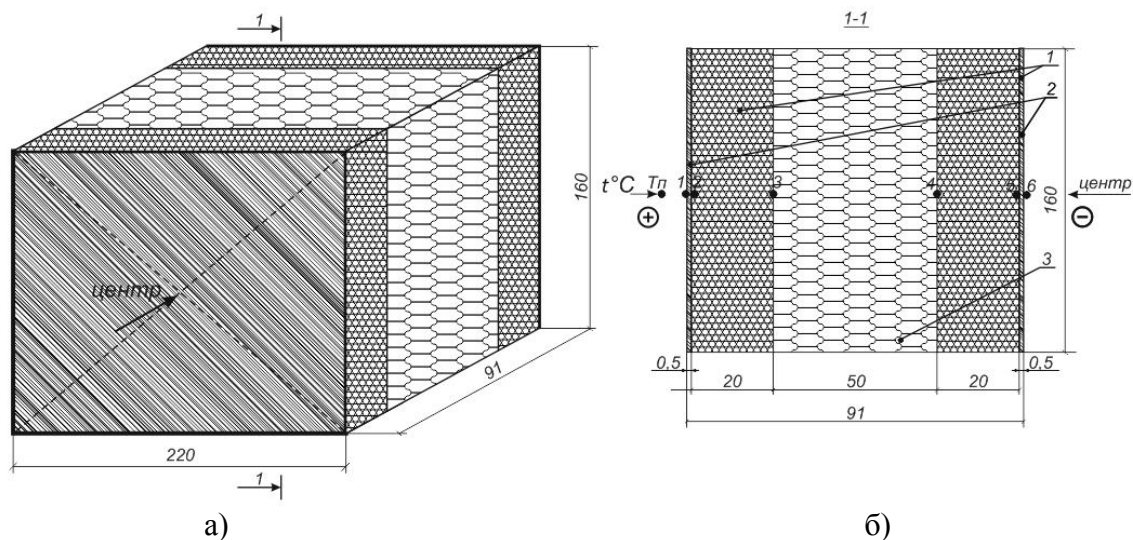


Рис. 4. Сендвіч-панель маркування СПВСПМВ та схема розміщення термопар:
 а) габаритні розміри; б) розріз: 1) – вермикуліто-силікатна плита; 2) – листова оцинкована сталь; 3) – мінеральна вата, T_n – термопара в печі, 2-5 – між шарами конструкції, 1, 6 – на обігріваній та необігріваній поверхнях.

Експериментальні дослідження. Випробування взірців огорожувальної конструкції марки СПВСП проводилось протягом 50 хв. Результати показників термопар зображені на рис 5.

Проведення вогневого випробування фрагмента №1 показали, що втрата вогнестійкості за ознакою теплоізоляційної здатності була на 38 хв, зовнішня необігрівана поверхня плити прогрілася до температури 180 °С, тобто температура на зовнішній поверхні перевищила критичну температуру. Під час проведення випробувань було максимальне відхилення від стандартного температурного режиму пожежі до 2,5 %, що вважається допустимим.

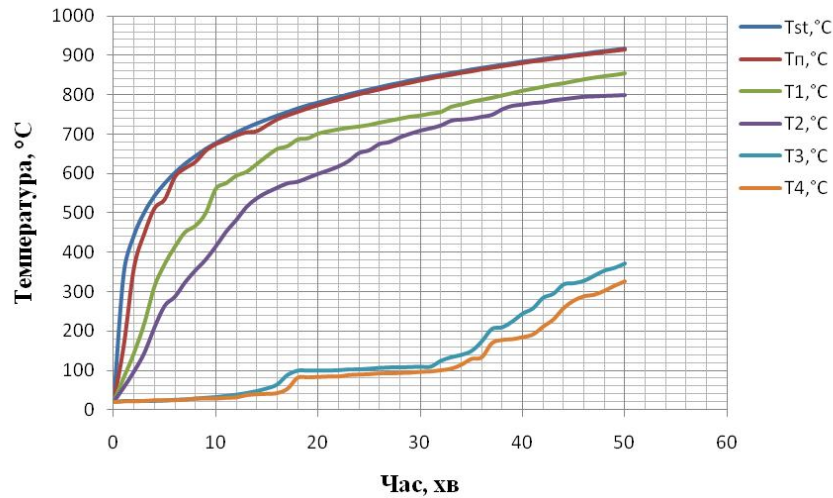


Рис. 5. Зміна температури по товщині фрагмента №1 огорожувальної конструкції марки СПВСП: T_{st} – стандартна температурна крива, T_n – температура в печі; $T_1, 2, 3, 4$ – показники термопар

Випробування взірців огорожувальної конструкції марки СПВСППІС проводилось протягом 150 хв. Результати показників термопар зображені на рис 6.

Проведення вогневого випробування фрагмента №2 показали, що втрата вогнестійкості за ознакою теплоізоляційної здатності настала на 125 хв, зовнішня необігрівана поверхня плити прогрілася до температури 180 °С, тобто температура на зовнішній поверхні перевищила критичну температуру. Під час проведення випробувань було максимальне відхилення від стандартного температурного режиму пожежі до 2,26 %, що є допустимим.

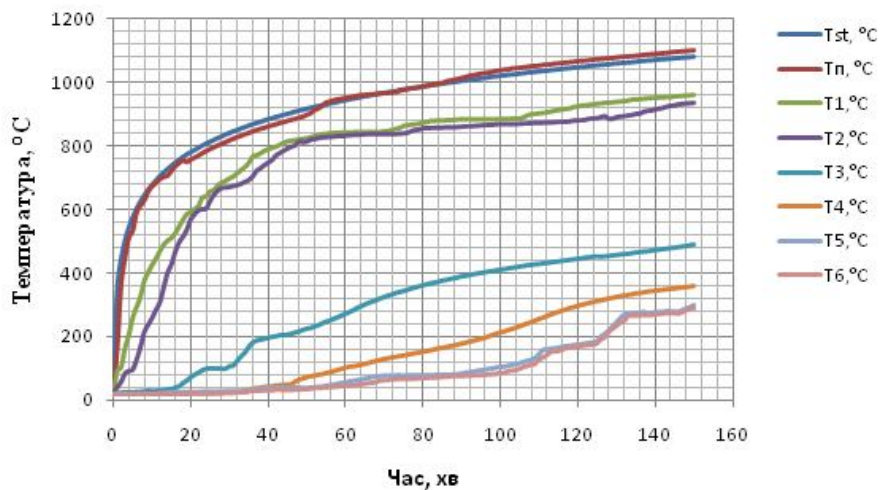


Рис. 6. Зміна температури по товщині фрагмента №2 огорожувальної конструкції марки СПВСППІС: T_{st} – стандартна температурна крива, T_n – температура в печі; $T_1, 2, 3, 4, 5, 6$ – показники термопар

Випробування взірців огорожувальної конструкції марки СПВСПМВ проводилось протягом 260 хв. Результати показників термопар зображені на рис 7.

Проведення вогневого випробування фрагмента №3 показали, що втрата вогнестійкості за ознакою теплоізоляційної здатності настала на 248 хв, зовнішня необігрівана поверхня плити прогрілася до температури 180 °С, тобто температура на зовнішній поверхні перевищила критичну температуру. Під час проведення випробувань було максимальне відхилення від стандартного температурного режиму пожежі до 1,95 %, що є допустимим.

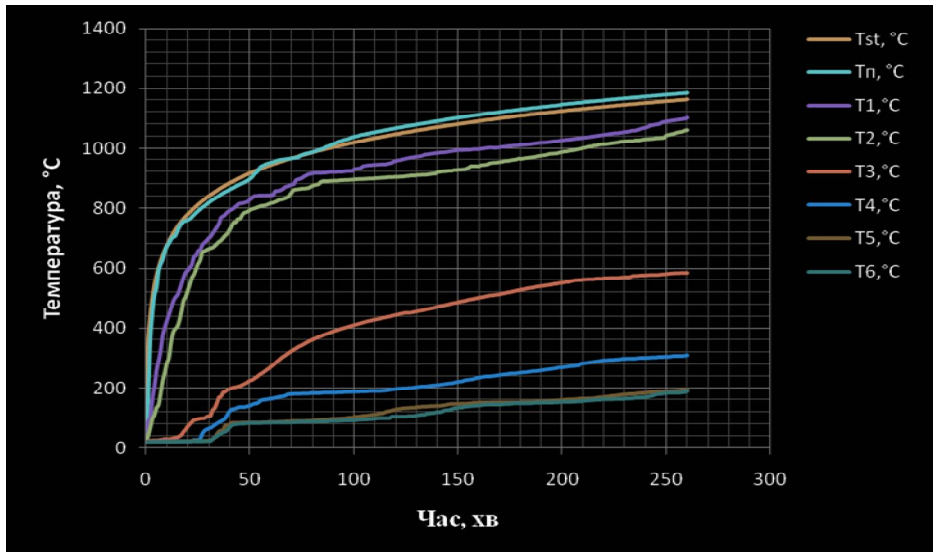


Рис. 7. Зміна температури по товщині фрагмента №1 огорожувальної конструкції марки СПВСПМВ: T_{st} – стандартна температурна крива, T_n – температура в печі; $T_1, 2, 3, 4, 5, 6$ – показники термопар

Висновки

- 1) Запропоновану огорожувальну конструкцію марки СПВСП можна використовувати для зовнішніх та внутрішніх не несучих протипожежних стін з EI – 30 хв.
- 2) Запропоновану огорожувальну конструкцію марки СПВСППС можна використовувати для зовнішніх та внутрішніх ненесучих протипожежних стін з EI – 120 хв.
- 3) Запропоновану огорожувальну конструкцію марки СПВСПМВ можна використовувати для зовнішніх та внутрішніх ненесучих протипожежних стін з EI – 240 хв.
- 4) Експериментально підтверджено ефективність використання вермикуліто-силікатних плит для підвищення вогнестійкості сендвіч-панелей. Встановлено, що розроблені типи конструкцій можна використовувати в будівлях і спорудах I-V ступеня вогнестійкості в якості не несучих та самонесучих огорожувальних конструкцій.

Список літератури:

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98* «Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні положення».
2. ДСТУ Б В.1.1-15:2007 «Перегородки. Метод випробування на вогнестійкість» (EN 1364 1:1999, NEQ).
3. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» – Київ: Держбуд України, 2003. – 42 с.
4. Бушев В.П. Огнестойкость зданий / Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С. – М: Стройиздат, 1970. – 261 с.
5. Богословский В. Н. Огнестойкость конструкций зданий с учетом режима пожара / В. Н. Богословский, В. М. Ройтман // Строительная механика и расчет сооружений.–1984. – №5. – С. 8–14.
6. Баталова Ш.Б. Физико-химические и каталитические свойства вермикулита / Шарбан Батталовна Баталова. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 82 с.
7. Перетворювач вимірювальний інтелектуальний РТ 0102-8-К. Насанова з експлуатації.
8. Муфельна електропіч СНОЛ-1,6.2,0.0,8/9-М1 УХЛ4,2. Настанова з експлуатації.

References:

1. **DSTU B V.1.1-4-98** * "Building construction. Methods for fire resistance testing."
2. **DSTU B V.1.1-15: 2007** «Methods for partitions fire resistance testing» (EN 1364 1: 1999, NEQ).
3. **DBN V.1.1-7-2002** "Fire safety of building construction" – Kiev: Ukraine State Building, 2003. – 42 p.
4. **V. P Bushev.** Fire resistance of buildings / Bushev V.P.Pchelintsev V.A., Fedorenko V.. – M: Stroizdat, 1970. – 261 p.
5. **Bogoslovskiy V.N.** Fire safety of building construction according to burning mode / V.N. Bogoslovskiy, V. Roitman // Building mechanic and constructions calculation. 1984. – №5. – P. 8-14.
6. **Batalova S. B.** Physical and chemical properties of vermiculite / Batalova S. B. – Alma-Ata: Science, 1982. – 82 p.
7. **Measuring intellectual** converter PT 0102-8-K. User's manual.
8. **Electric muffle** furnace CHOJI-1,6.2,0.0,8/9-M1 YXJI4,2. User's manual.

