

УДК 614.833

*О.П. Борис, А.П. Половко канд. техн. наук, Т.Б. Юзьків канд. техн. наук, доцент***ОЦІНКА ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПІНОБЕТОННИХ ПЛИТОК**

Висвітлено результати експериментальних досліджень вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій. фізико-механічні властивості вогнезахисного покриття із пінобетонних плиток. Виявлено залежності прогріву дослідних зразків та проведено оцінку вогнезахисної здатності пінобетонних плиток.

Ключові слова: металева конструкція, вогнезахисне покриття, вогнезахисна здатність, пінобетон.

*O. Borys, A. Polovko, Cand. of Sc. (Eng.), T. Yuzkiv, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. Lect.***ESTIMATION OF FIRE RETARDANT CAPABILITY OF AERATED CONCRETE SLABS**

Results of the experimental researches of fire retardant capability of fire retardant coatings for metal constructions are elucidated. Physical and mechanical properties of a fire retardant coating made of aerated concrete slabs have been determined. Heating curves of some prototypes have been derived, and estimation of fire retardant capability of aerated concrete slabs has been conducted.

Keywords: metal construction, fire retardant coating, fire retardant capability, aerated concrete.

Одним з найважливіших напрямів будівництва є дотримання протипожежних норм та правил при проектуванні та будівництві, а саме надання конструкціям необхідного класу (межі) вогнестійкості, від якого залежить ступінь вогнестійкості будівлі.

Останнім часом із застосуванням в будівництві металевих конструкцій набуло значних масштабів вдосконалення та розвиток конструктивних схем, проектних рішень щодо застосування металевих конструкцій, що ставить перед інженерами завдання щодо забезпечення пожежної безпеки будівель та вибору способу вогнезахисту металевих конструкцій.

Збільшення темпів зростання будівництва сприяє появі нових вогнезахисних покриттів, які дозволяють підвищити межу вогнестійкості металевих конструкцій та помітно скоротити рівень витрат будівництва. Під час пожежі незахищені металеві конструкції дуже швидко нагріваються до критичної температури, за якої вони втрачають свою несучу здатність. Підвищення межі вогнестійкості металоконструкцій дозволяє забезпечити евакуацію людей з будівлі та сприяє збереженню під час пожежі життя людей і матеріальні цінності.

Вогнезахист металевих конструкцій полягає у створенні на поверхні елементів конструкцій теплоізолювальних екранів, що витримують високі температури і безпосередню дію вогню, а також захищають конструкції від теплового впливу. Наявність цих екранів дозволяє уповільнити процес нагрівання металу та зберегти конструкціям свої функції під час пожежі протягом заданого періоду часу. Необхідність визначення ефективності засобів вогнезахисту будівельних конструкцій шляхом проведення випробувань з нанесеними на них засобами вогнезахисту регламентовано [6].

В даний час спостерігається значне розширення ринку вогнезахисних покриттів. Успішно розробляються нові вітчизняні засоби вогнезахисту та впроваджуються зарубіжні. У цьому різноманітті вогнезахисних покриттів і технологій їх застосування перед проектувальниками постає завдання оптимального вибору засобів пасивного вогнезахисту [4] стосовно конкретних об'єктів.

До найефективніших способів підвищення вогнестійкості металоконструкцій відносяться застосування вогнезахисних покриттів та облицювань, які поділяються на реактивні та пасивні вогнезахисні покриття [4].

Особливою характеристикою при виборі вогнезахисного покриття є наявність відповідних документів щодо встановлення вогнезахисної здатності.

Згідно ДСТУ Б В.1.1.-4-98* [1] методи випробувань на вогнестійкість полягають у визначенні проміжку часу від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з нормованих для даної конструкції граничних станів з вогнестійкості в умовах, що визначаються відповідними стандартами.

Метою роботи є експериментальне визначення вогнезахисної здатності пінобетону марки D800.

Фізико-механічні властивості пінобетону:

- вид бетону – конструктивно-теплоізоляційний;
- марка бетону згідно середньої густини – D800;

Нормовані показники фізико-технічних властивостей бетону:

- коефіцієнт теплопровідності в сухому стані – не більше 0,21 Вт/м.°С;
- коефіцієнт паропроникності – не менше 0,14 мг/м.год.Па
- сорбційна вологість - 15%.

Для проведення досліджень було виготовлено три дослідні зразки:

- пінобетонна плитка товщиною 2 см – марки П-2;
- пінобетонна плитка товщиною 4 см – марки П-4;
- пінобетонна плитка товщиною 6 см – марки П-6;

Зразок, який необхідно захистити – листову сталь товщиною 5 мм марки СтЗпс.

Застосована методика полягає у визначенні проміжку часу від початку температурного впливу за температурним режимом згідно з ДСТУ Б В.1.1-4-98* на сталеву пластину з нанесеним засобом вогнезахисту (вогнезахисні фарби, штукатурка та облицювання) до підвищення її температури на 480 °С від початкового значення (критична температура) [2].

Для проведення експериментальних досліджень вогнестійкості дослідних зразків була обрана універсальна вогнева камера для теплофізичних випробувань малогабаритних фрагментів будівельних конструкцій та окремих вузлів їх стикових з'єднань[3].

Дана піч для вогневих випробувань дає можливість випробовувати не тільки горизонтальні, а й вертикальні фрагменти та стикові вузли будівельних конструкцій.

Конструктивна схема роботи універсальної вогневої камери представлена на рис. 1.

Випробування зразків проводилось за методикою описаною у роботі [4]. В процесі досліджень визначали межу вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності, яку контролювали за допомогою закріплених на металевій пластині хромель-алюмелевих термопар за схемою наведеною на рис. 2.

Значенням критерія вогнезахисної здатності було досягнення критичної температури на необігрівній поверхні дослідного зразка.

В якості клею для виготовлення дослідних зразків використовувався композитний матеріал ТИ-1К-А виготовлений за ТУ У 24.6-31522416-2004. Даний матеріал являється негорючим, невибухонебезпечним та нетоксичним.

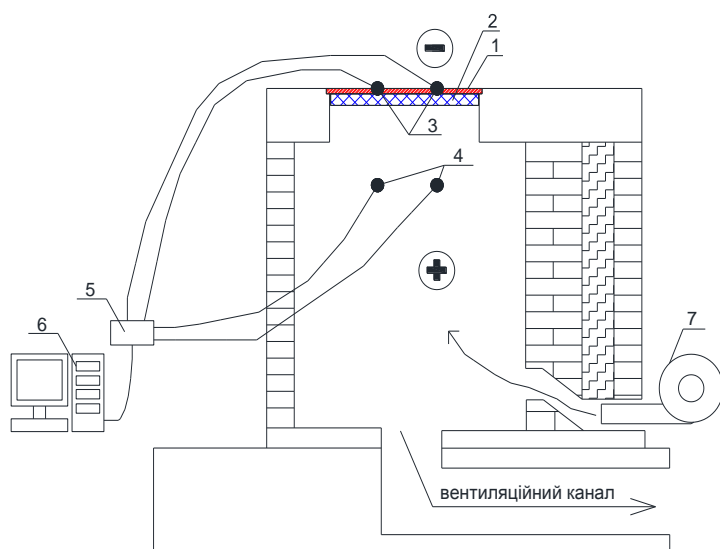


Рисунок 1 — Конструктивна схема роботи універсальної вогневої камери:

1-металева пластинка; 2-пінобетонна плитка; 3-термопар на металевій пластині;
4-термопар в печі; 5-термоперетворювач;
6-комп'ютер; 7-форсунка

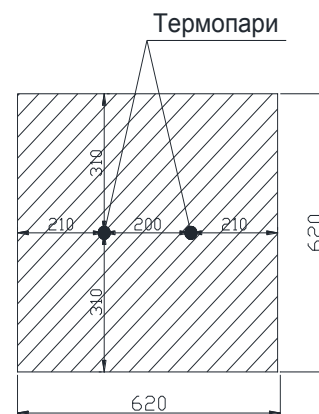


Рисунок 2 — Схема розташування термопар

Переваги вогнетривкої клейової маси в порівнянні з вживаними цементними або глинистими розчинами:

- клейова маса має високу міцність та адгезію до матеріалів, які склеюють, тому після прогрівання печі не тільки не викришується зі швів, але сама значно підвищує міцність кладки;
- міцність кладки на зсув після першого прогріву в 3-4 рази вища в порівнянні з не нагрітими зразками;
- міцність клейової маси на стиск після виведення печі в робочий режим вище в 1,5-2 рази в порівнянні з не нагрітими зразками;
- після одного прогріву в печі клейова маса стає водостійкою і не боїться тимчасових зволожень;

Характеристика вогнетривкого клею:

- суспензія світло жовтого кольору;
- густина – 1,35-1,5 г/см³;
- межа міцності на розтяг – 4,0 МПа;
- температура застосування – 1150 °С.

Оскільки під час проведення експериментальних вогневих випробувань щодо визначення межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності дослідних зразків реальна температура в печі була з відхиленнями від стандартного температурного режиму пожежі, похибка якої виходила за межі допустимої, яка визначена в ДСТУ Б.В.1.1-4-98* [1], було виконано приведення реальної температури до стандартної температурної кривої. Для цього приведення використано метод який описаний в [5].

Суть цього методу полягає у співставленні площ, що знаходяться під кривою пожежі та обмежених ординатою температури, при якій досягнуто один з критеріїв вогнестійкості та віссю абсцис (площа ABC та A'B'C', рис. 3).

За умови, що $A_{ABC} = A_{A'B'C'}$, приводиться межа вогнестійкості конструкції, отриманої при дії реальної пожежі, що визначається точкою C, до межі вогнестійкості цієї ж конструкції від дії стандартної пожежі, що визначається точкою C'.

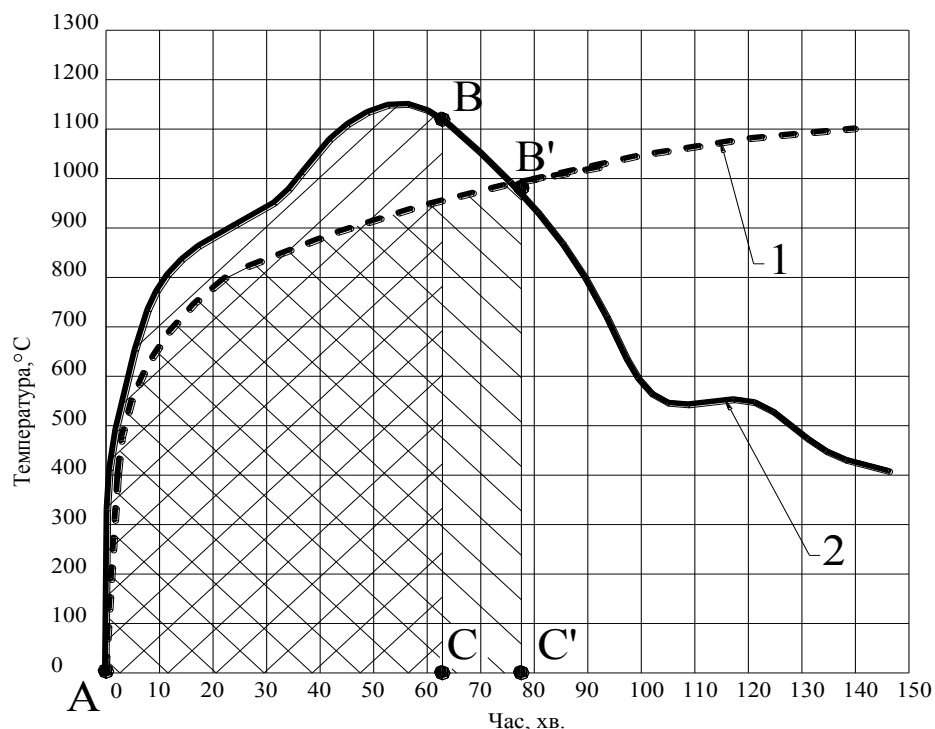


Рисунок 3 — Приведення межі вогнестійкості, отриманої за реальним температурним режимом, до межі вогнестійкості за стандартним температурним режимом:

1 – стандартний температурний режим;

2 – реальний температурний режим.

Використавши даний метод, було отримано приведені до стандартного температурного режиму пожежі межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності зразків марки П-2, П-4, П-6 (рис. 6, 7, 11).

На рис. 4 та рис. 5 показано загальний вигляд дослідного зразка марки П-2 до та після експерименту.



Рисунок 4 — Зразок П-2 перед виконанням експерименту



Рисунок 5 — Вигляд дослідного зразка П-2 після випробування.

Величина контрольованої критичної температури ($T_{кр}$) нагріву металеві пластини складала:

$$T_{кр} = T_0 + 480 = 20 + 480 = 500 \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $T_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ – початкова температура.

На рис. 6 наведені температурні значення в печі та на не обігрітій поверхні металеві пластини в процесі експерименту.

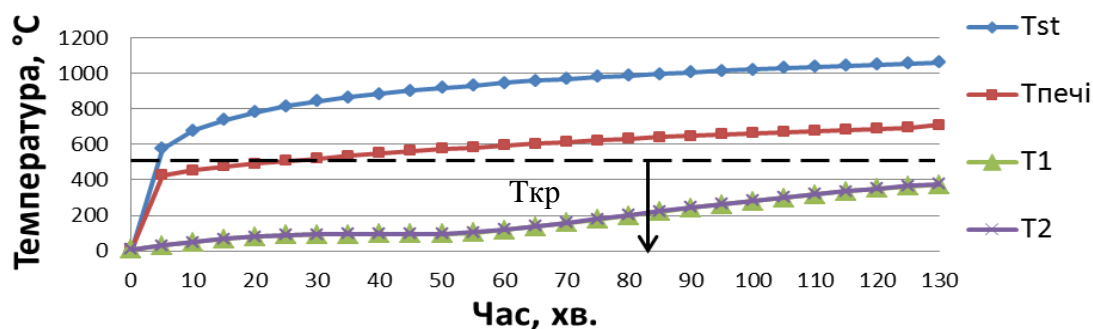


Рисунок 6 — Прогрів дослідного зразка П-2:

T_{st} – стандартний температурний режим; $T_{печі}$ – середня температура в печі;

T_1 , T_2 – температура на не обігрітій поверхні зразка; $T_{кр}$ – температура для сталевих конструкцій, що перевищує початкову на $480\text{ }^{\circ}\text{C}$

Аналіз результатів, отриманих в ході проведення випробування встановив достатню розбіжність між температурою в печі та стандартною [1]. Розбіжність становила близько $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, випробування проводилось протягом 130 хв, а приведений час становив 84 хв.

За результатами випробування встановлено, що граничний стан за ознакою втрати теплоізолювальної здатності не досягнутий.

Після охолодження печі зразок було демонтовано і проведено його візуальний огляд (рис.5).

На рис. 7 наведено температурні значення прогріву дослідного зразка П-4, на рис. 8 вид даного зразка після випробування.

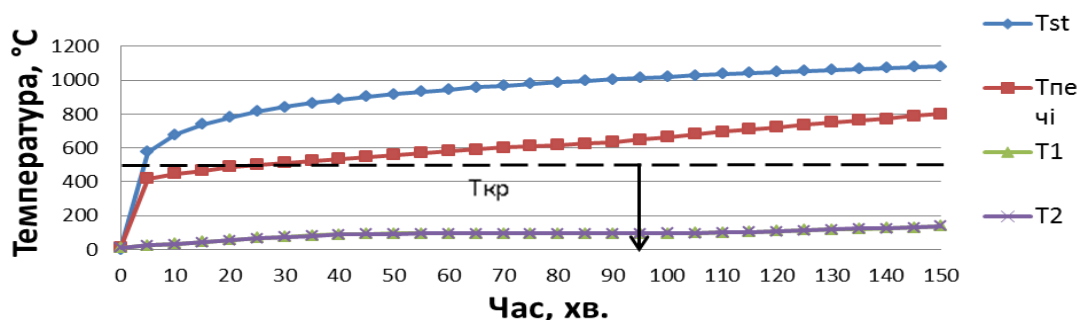


Рисунок 7 — Прогрів дослідного зразка П-4:

T_{st} – стандартний температурний режим; $T_{печі}$ – середня температура в печі;

T_1 , T_2 – температура на не обігрітій поверхні зразка; $T_{кр}$ – температура для сталевих конструкцій, що перевищує початкову на $480\text{ }^{\circ}\text{C}$



Рисунок 8 — Вигляд дослідного зразка П-4 після випробування

За результатами отриманими в ході проведення випробування, необхідно вказати на розбіжність значень температури в печі та стандартної. Розбіжність становила, як і для зразка П-2, близько 300 °С. Час випробування становив 150 хв, а приведений час - 95 хв.

За результатами випробування встановлено, що граничний стан за ознакою втрати теплоізолювальної здатності не досягнуто.

Після охолодження печі, зразок було демонтовано і проведено його візуальний огляд (рис. 8).

На рис. 9, 10 показано загальний вигляд дослідного зразка марки П-6 (плитка товщиною 6 см) до та після експерименту.



Рисунок 9 — Вигляд дослідного зразка П-6 до випробування



Рисунок 10 — Вигляд дослідного зразка П-6 після випробування

На рис. 11 представлено температурні значення прогріву дослідного зразка марки П-6.

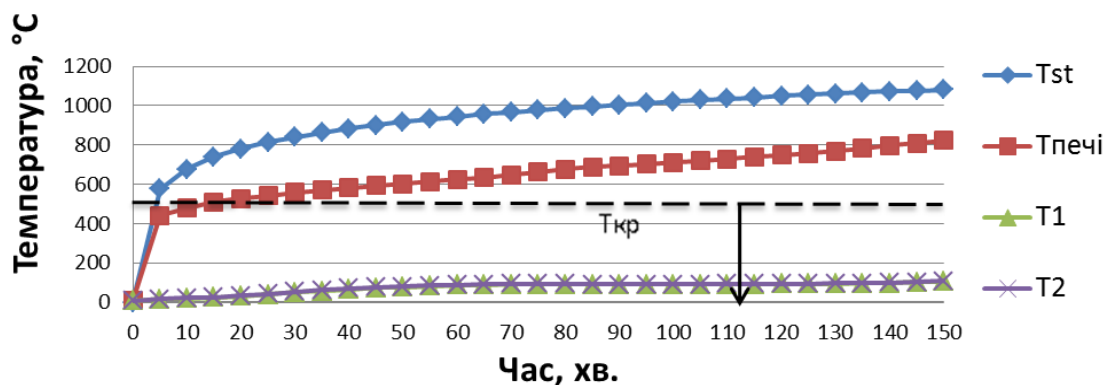


Рис. 11. Прогрів дослідного зразка П-6:

T_{st} – стандартний температурний режим; $T_{печі}$ – середня температура в печі;

T_1 , T_2 – температура на не обігрівій поверхні зразка; $T_{кр}$ – температура для сталевих конструкцій, що перевищує початкову на 480 °C

За аналізом результатів отриманих в ході проведення випробувань встановлено, що розбіжність температури в печі та стандартної становила близько 300 °C. Випробування проводилось впродовж 150 хв, а приведений час становив 112 хв.

За результатами випробування встановлено, що граничний стан за ознакою втрати теплоізолювальної здатності не досягнутий.

Після охолодження печі, зразок було демонтовано і проведено його візуальний огляд (рис. 10).

Висновки. Аналіз отриманих результатів випробування дослідних зразків дає можливість зробити наступні висновки:

1. Зразок марки П-2 (пінобетонна плитка товщиною 2 см), як засіб вогнезахисту пінобетоном може застосовуватися для металевих конструкцій, до яких висуваються вимоги щодо класу (межі) вогнестійкості I 30 та межі поширення вогню M0.

2. Застосування зразків марки П-4 (пінобетонна плитка товщиною 4 см) та П-6 (пінобетонна плитка товщиною 6 см) дає можливість забезпечити вогнезахист металевих конструкцій на час не менше 90 та 110 хв відповідно, що відповідає класу (межі) вогнестійкості I 90 та межі поширення вогню M0.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98* Будівельні конструкції, методи випробування на вогнестійкість.
2. ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання.
3. Пат. 17160 Україна. МПК(2006) F23M5/00. Піч для теплофізичних випробувань малогабаритних фрагментів будівельних конструкцій та окремих вузлів їх стикових з'єднань/ Демчина Б.Г., Фіцик В.С., Половко А.П., Пелех А.Б. заявник Національний університет «Львівська політехніка». -№u200602990; зав. 20.03.2006; опубл. 15.09.2006р. Бюл.№9.
4. Борис О.П. Експрес-методика оцінювання вогнезахисної здатності вогнезахисних матеріалів /Борис О.П., Половко А.П., Юзьків Т.Б. /науковий вісник УкрНДІПБ. К.: № 2(26), 2012.-С 95-99.
5. Демчина Б.Г. Вогнестійкість одно- і багат шарових просторових конструкцій житлових та громадських будівель: докт. десерт. / Б.Г. Демчина. – Харків, 302. С.367.

