

Є.О. Рибка, науковий співробітник, НУЦЗУ

ПОРІВНЯННЯ КОЕФІЦІЄНТУ СПУЧЕННЯ РЕАКТИВНИХ ПОКРИТТІВ ЕНДОТЕРМ ХТ-150, ЕНДОТЕРМ 40202 ТА ОВК ПРИ РІЗНИХ ТЕМПАХ НАГРІВУ

(представлено д-ром. техн. наук Андроновим В.А.)

Реалізовано експеримент та оброблено його результати з дослідження коефіцієнту спучення трьох реактивних покриттів для металевих конструкцій при різних темпах нагрівання.

Ключові слова: реактивне покриття, коефіцієнт спучення, експеримент, темп нагріву, регресійна модель.

Постановка проблеми. Реактивні вогнезахисні покриття являються одним з найперспективніших засобів підвищення вогнестійкості металевих будівельних конструкцій. Вогнезахисний ефект даних покриттів досягається за рахунок спінювання та значного збільшення в об'ємі композиції при відносно низьких температурах та утворення пористого теплоізолюючого шару, товщиною в декілька сантиметрів. Однак трапляються випадки відсутності ефекту спучування даних покриттів при реальних пожежах, що приводить до передчасного руйнування як окремих конструкцій так і всієї будівлі. Однією з причин цього є відсутність даних щодо впливу режимів нагрівання на спучення реактивних покриттів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проаналізувавши багаторічні дослідження розвитку пожеж в будівлях та спорудах [1-4] встановлено, що інтенсивність і тривалість пожежі змінюється в кожному конкретному випадку і відрізняється від стандартної кривої "температура-час" [5], яка застосовується для відтворюваності стандартних експериментальних досліджень.

В існуючих методах [5-7] випробування реактивних вогнезахисних покриттів проводяться в умовах лише стандартного температурного режиму, що приводить до недостовірних даних щодо вогнезахисних властивостей покриттів.

Постановка завдання та його вирішення. Виникає необхідність у встановленні закономірностей впливу режиму нагрівання та товщини покриття на коефіцієнт спучення найпоширеніших реактивних покриттів.

Для побудови математичної моделі зміни коефіцієнту спучення від зазначених факторів застосовано поліном другого ступеня за рахунок конструювання ортогонального центрального композиційного

плану другого порядку [8].

На основі аналізу даних, отриманих під час проведення пошукового експерименту [9], зроблено висновок, що для забезпечення необхідної межі вогнестійкості металевих конструкцій товщина реактивного покриття h змінюється в межах від 1 до 3 мм; а всі температурні режими на етапі розвитку пожежі мають лінійну швидкість зміни температури V (темп нагріву). Для переведення натуральних змінних в кодовані x_i заповнено таблицю кодування змінних (Табл. 1).

Таблиця 1 – Кодування факторів, їх значення та інтервали варіювання при дослідженні коефіцієнту спучення реактивних покриттів

Інтервал варіювання та рівень факторів	Товщина шару (до спучення) h , мм	Швидкість нагріву V , °C/хв.
Нульовий рівень $x_i=0$	2	25
Інтервал варіювання δ_i	1	15
Нижній рівень $x_i=-1$	1	10
Верхній рівень $x_i=+1$	3	40
Кодове позначення	x_1	x_2

Коефіцієнти спучення покриттів Ендотерм ХТ-150, Едотерм 40202 та ОВК є функціями відгуку y_1 , y_2 , y_3 відповідно. Складання план-матриці експерименту здійснювалось за рахунок чергування рівнів фактора x_2 в кожному досліді, а x_1 – через три досліді.

Експеримент проводився на розробленій лабораторній установці з дослідження вогнезахисних властивостей [10]. В Таблиці 3 представлені результати реалізації плану експерименту.

Таблиця 2 – Результати експерименту з дослідження коефіцієнту спучення покриттів ОВК, Едотерм 40202 та Ендотерм ХТ-150

№досліді	y_1	y_2	y_3
1	4	2,5	1,5
2	4	4	3
3	3	5,5	15
4	2	4	1,8
5	2,5	6	3
6	2,5	10	10
7	3	6	1,8
8	4	8	4
9	5	7	9

Розраховані значення коефіцієнтів регресії представлені в Таблиці 3.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів регресії

Коефіцієнт регресії	Значення коефіцієнтів регресії		
	y_1	y_2	y_3
b_0	2,5	6,778	2,811
b_1	0,167	1,5	<u>-0,783</u>
b_2	0,25	1,667	4,816
b_{11}	1,5	-1,167	<u>0,783</u>
b_{22}	-0,25	<u>-0,167</u>	3,183
b_{12}	0,75	<u>-0,5</u>	-1,575

Перевірку значимості коефіцієнтів регресії проводили за критерієм Стьюдента, адекватність отриманої моделі – за критерієм Фішера.

Статистичний аналіз рівнянь регресії показав, що отримані рівняння регресії адекватні експериментальним даним при рівні значимості 0,05. Проте деякі коефіцієнти регресії являються не значимими, так як накриваються довірчими інтервалами і відповідно рівні нулю:

$$y_1 = 2,5 + 0,167 x_1 + 0,25 x_2 + 1,5 x_1^2 - 0,25 x_2^2 + 0,75 x_1 x_2; \quad (1)$$

$$y_2 = 6,778 + 1,5 x_1 + 1,667 x_2 - 1,167 x_1^2; \quad (2)$$

$$y_3 = 2,811 + 4,816 x_2 + 3,183 x_2^2 - 1,575 x_1 x_2. \quad (3)$$

За допомогою програми «Maple» за отриманими рівняннями регресії були побудовані поверхні відгуків (Рис. 1), що дають можливість зорового сприйняття відповідного геометричного образу.

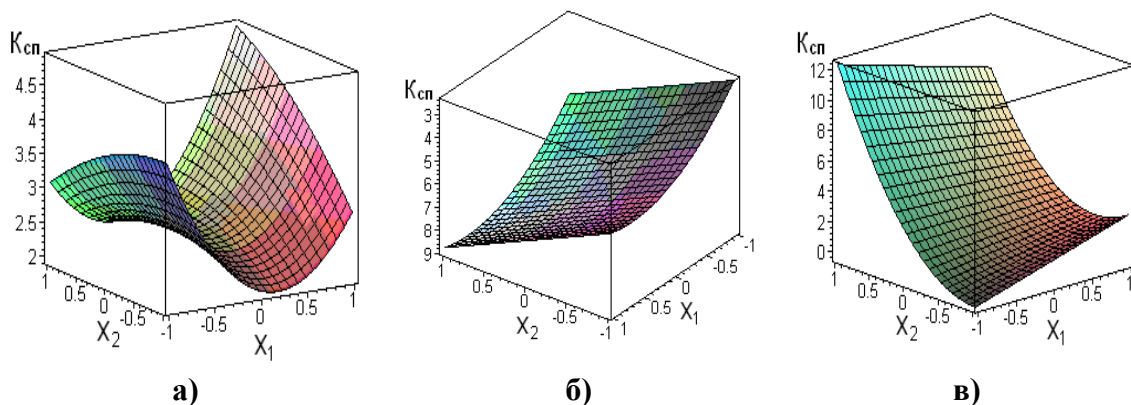


Рис. 1 – Поверхні відгуків залежності від факторів x_1 та x_2 коефіцієнта спучення реактивних покриттів: а) Ендотерм ХТ-150 y_1 , б) Едотерм 40202 y_2 , в) ОВК y_3 .

З отриманих поверхонь відгуків залежності коефіцієнта спучення від товщини покриття та темпу нагрівання (Рис. 1) видно, що

величина спучення від відповідних факторів носить переважно квадратичний характер. Найбільша кратність спучення спостерігається при нагріванні з темпом $40^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$ зразка захищеного покриттям ОВК товщиною 1мм в початковому стані.



Рис. 1 – Вигляд зразків з реактивним покриттям ОВК товщиною 1мм в початковому стані (а) та після нагрівання з темпом $40^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$ (б).

Висновки. На основі отриманих даних під час реалізації та обробки результатів експерименту, встановлено, що кожне реактивне покриття під час нагрівання поводить себе індивідуально, проте просліджується загальна тенденція незначного спучення при малому темпі нагрівання та різкого покращення властивостей покриттів при нагріванні $30^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$ та швидше.

ЛІТЕРАТУРА

1. Башкирцев М.П. Исследование температурного режима при пожарах в зданиях на моделях / М.П. Башкирцев // Труды Высшей школы МВД. – М: НИРЧО, 1966. - № 13.-С. 51-58.
2. Молчадский И.С. Расчет эквивалентной продолжительности пожара для основных строительных конструкций / И.С. Молчадский, А.В. Гомазов, С.В. Зотов // Поведение строительных конструкций в условиях пожара. - М.: ВНИИПО, 1987.- С. 60-68.
3. Lie T.T. Characteristic temperature curves for various fire severities / T.T. Lie // Fire Technol. – 1974 (10). – № 4. - P. 315-326.
4. Rubini. P., SOFIE - Simulation of Fires in Enclosures, V 3.0 Users guide, School of Mechanical Engineering, Granfield University (UK), 2000.
5. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги: ДСТУ Б.В. 1.1-4-98. – [Чинний від 1999-03-01]. – К. – Державний комітет будівництва, ар-

хітектури та житлової політики України, 1998. – 20 с. – (Національний стандарт України).

6. Захист від пожежі. Вогнезахисні покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (EN 13381-4:2002, NEQ) : ДСТУ Б В 1.1-17:2007. – [Чинний від 2008-01-01] – К.: УКРАРХБУДІНФОРМ, 2009. – XIV, 105 с. – (Національний стандарт України).

7. Огнезащитные составы для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности: НПБ 236-97. – [Действующий с 1997-06-01, введены в действие приказом ГУГПС МВД РФ от 29 апреля 1997 г. N 25] – М., 1997. – 8 с.

8. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – Киев: Технпса, 1975. – 168 с.

9. Андронов В.А. Дослідження вогнезахисних властивостей реактивних покриттів для металевих конструкцій з урахуванням температурних режимів реальних пожеж/ В.А. Андронов, Є.О. Рибка // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2011. – Вып. 29. – С. 8 – 17.

10. Андронов В.А. Лабраторна установка для визначення вогнезахисних властивостей реактивних вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій / В.А. Андронов, Є.О. Рибка // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ, 2009. – Вып. 26. – С. 3 – 11.
nuczu.edu.ua

Е.А. Рыбка

Сравнение коэффициента вспучивания реактивных покрытий Эндотерм ХТ-150, Эндотерм 40202 и ОБК при различных темпах нагрева.

Реализован эксперимент и обработаны его результаты по исследованию коэффициента вспучивания трех реактивных покрытий металлических конструкций при различных темпах нагрева.

Ключевые слова: реактивная покрытия, коэффициент вспучивания, эксперимент, темп нагрева, регрессионная модель.

Е.А. Rybka

Comparison of factor spuchennya reactive coatings Endoterm ХТ-150, Endoterm 40202 and ОБК at different heating rates.

Implemented experiment and processed the results of the study factor spuchennya three reactive coatings for metal structures at different rates of heating.

Keywords: reactive coating, coefficient spuchennya, experiment, heating rate, regression model.