

*В.А. Андронов, д-р техн. наук, професор, нач. факультету, НУЦЗУ,  
Є.О. Рибка, ад'юнкт, НУЦЗУ*

## **ВИБІР УЛАШТУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗРАЗКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕАКТИВНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Обґрунтовано застосування зменшеного експериментального зразка для проведення досліджень з оцінки вогнезахисної здатності реактивних покриттів для металевих конструкцій.

**Ключові слова:** реактивне покриття, експериментальний зразок, вогнезахисна здатність, подібність, зведена товщина металу.

**Постановка проблеми.** Для підвищення межі вогнестійкості металевих несучих будівельних конструкцій застосовують різноманітні способи вогнезахисту. Одним із перспективних є захист металевих конструкцій реактивними вогнезахисними покриттями.

Через дорожнечу, високі енерго- та матеріаловитрати натурних (вогневих) випробувань по визначенню вогнезахисної здатності реактивних покриттів, практика потребує удосконалення існуючих лабораторних методів, що дають змогу проводити дослідження на зменшених зразках в умовах теплового впливу малорозмірних печей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Лабораторні методи випробувань використовуються при контролі вогнезахисної здатності покриттів при їх виробництві, поставках великих партій, розробці нових, покращенні існуючих та при детальному дослідженні властивостей покриттів, що потребує значної кількості випробувань.

Суть даних методів полягає в фіксації часу з моменту початку прогріву зменшених зразків (металеві пластини різних розмірів захищені покриттям) [1-3] до моменту досягнення ними граничної температури 500°C. Проте при застосуванні даних зразків виникають труднощі з інтерпретацією результатів при зіставленні їх з реальними конструкціями.

**Постановка завдання та його вирішення.** Виникає необхідність у створенні малорозмірного експериментального зразка для визначення вогнезахисних властивостей реактивних покриттів конструкція та розміри якого будуть подібними натурній металоконструкції.

Для обґрунтування конструктивних особливостей, розмірів та  
Вибір улаштування експериментального зразка для визначення вогнезахисних властивостей 13  
реактивних покриттів для металевих конструкцій

матеріалів для зменшених зразків необхідно, щоб виконувалась умова їх теплової та геометричної подібності [4].

Теплова подібність має на увазі пропорційність один одному всіх величин, що характеризують теплові явища: температур, теплових потоків, теплоємностей, коефіцієнтів теплопровідності:

$$\frac{T_f'}{T_f''} = \frac{\alpha'}{\alpha''} = \frac{\rho'}{\rho''} = \frac{c'}{c''} = \frac{\lambda'}{\lambda''} = c_1, \quad (1)$$

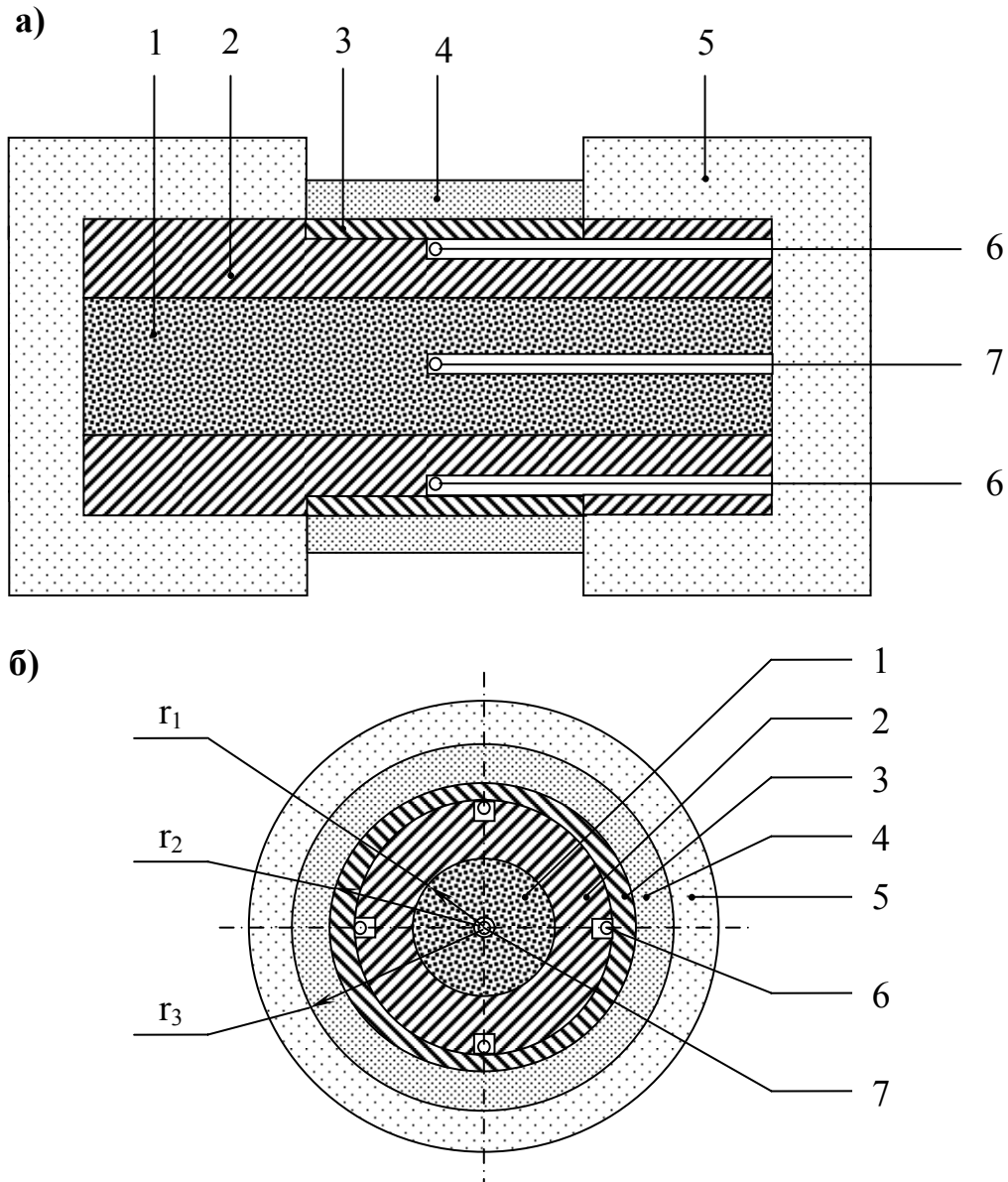
де  $T_f$  – температура пожежного середовища, °С,  $\alpha$  – інтенсивність теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;  $\rho$  – густина, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – теплоємність, Дж/кг·°С;  $\lambda$  – теплопровідність, Вт/м·°С; одним та двома штрихами позначені відповідно перше та друге подібне явище;  $c_1$  – константа теплової подібності.

В нашому випадку тепла подібність виконується, так як для виготовлення зразка та його вогнезахисту використовуються такі ж матеріали як і для реальних конструкцій, конструкційна сталь Ст3 та досліджуване реактивне покриття відповідно. Умовою експерименту є забезпечення регламентованого температурного режиму та рівномірності теплового потоку в печі [5].

Конструкція експериментального зразка повинна забезпечувати рівномірність падаючого теплового потоку за рахунок відсутності кутів та рівновіддаленості зразка від нагрівальних елементів печі. Розміри зразка повинні бути співрозмірними з товщиною реактивного покриття в спученому стані для забезпечення відсутності граничних напружень та розтріскування шару утвореного пінококсу, що може спотворити результати експерименту. Тому за основу для створення зразка приймаємо сталевий циліндр діаметром 70 мм та висотою 210 мм.

Ефективність вогнезахисних покриттів для металоконструкцій характеризується групою вогнезахисної ефективності. Якість вогнезахисних сполук для металоконструкцій обумовлюється товщиною покриття, при якій забезпечується необхідна межа вогнестійкості і витратою вогнезахисної сполуки [3]. Для порівняння вогнезахисних властивостей покриттів для металоконструкцій, проводять випробування на зразках двотаврового перетину, зведеною товщиною металу переважно 3,4 та 4,1 мм. Зведена товщина металу – це відношення площі поперечного перерізу будівельної металеві конструкції до зовнішньої частини його периметру, що піддається вогневому впливу [6].

Для забезпечення необхідного значення зведеної товщини металу експериментальний зразок запропоновано виконати пустотілим (Рис. 1).



**Рис. 1 – Експериментальний зразок для оцінки вогнезахисної здатності реактивних вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій: а) поздовжній розріз; б) поперечний розріз; 1 - теплоізоляція порожнини, 2 - сталевий циліндричний вкладиш, 3 - сталеве циліндричне кільце, 4 - реактивне покриття, що випробовується, 5 - ізолятор охоронної зони вимірювального блоку, 6 - термопари для виміру температури на контакті між зовнішньою поверхнею сталевого циліндричного вкладиша й внутрішньою поверхнею сталевого циліндричного кільця, 7 - термопара для виміру температури в центрі теплоізоляції сталевого вкладиша;  $r_1$  - радіус порожнини зразка,  $r_2$  - радіус зовнішньої поверхні зразка,  $r_3$  - радіус зовнішньої поверхні захисного покриття, прийнятий початковому радіусу захисного покриття до нагрівання, м**

При збільшенні радіусу порожнини зразка відповідно зменшується площа поперечного перетину та показник зведеної товщини металу:

$$\delta = \frac{S_2 - S_1}{P}, \quad (2)$$

де  $\delta$  – зведена товщина металу, м;  $S_1$  – площа поперечного перетину порожнини зразка, м<sup>2</sup>;  $S_2$  – площа поперечного перетину зразка, м<sup>2</sup>;  $P$  – зовнішня частина периметру зразка, що піддається вогневому впливу, м.

Радіус порожнини експериментального зразка визначається за формулою:

$$r_1 = \sqrt{r_2(r_2 - 2\delta)}, \quad (3)$$

де  $r_1$  – радіус порожнини зразка, м;  $r_2$  – радіус зовнішньої частини зразка, м;  $\delta$  – зведена товщина металу, м.

Геометрична подібність експериментального зразка до реальної конструкції виражена за допомогою інваріанта подібності [4], в якості якого прийнятий показник зведеної товщини металу (4):

$$\frac{S'}{P'} = \frac{S''}{P''} = \delta = \text{inv}. \quad (4)$$

Для забезпечення можливості багаторазового використання експериментального зразка та максимального зниження праце- та матеріаловитрат на проведення випробувань, запропоновано роз'ємне виконання зразка (Рис. 1). В якості постійної частини використовується сталевий циліндричний вкладиш, теплоізольований по краям та зсередини, на який надівається сталеве циліндричне кільце, захищене реактивним покриттям. На границі контакту зовнішньої поверхні сталевого циліндричного вкладиша з внутрішньою поверхнею сталевого циліндричного кільця та в центрі теплоізоляції порожнини сталевого вкладиша, розташовані термомпари для фіксації температури.

**Висновки.** Обґрунтовано застосування експериментального зразка для проведення досліджень з оцінки вогнезахисної здатності реактивних покриттів для металевих конструкцій у вигляді пустотілого сталевого циліндра з теплоізолюваною порожниною змінного радіусу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Круковский П.Г. Определение теплофизических характеристик вспучивающегося покрытия по данным испытаний на огнестойкость / П.Г. Круковский, С.В. Цвиркун // Научный вестник УкрНДПБ. – 2005. – №1(11). – С. 5-13.

2. Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: Методика. – М.: ВНИИПО, 1998. - 19 с.

3. 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.

4. Веников В.А. Теория подобия и моделирования / В.А. Веников - М.: Высш. Школа, 1976.- 479 с.

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, архітектури 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).

nuczu.edu.ua

В.А. Андронов, Е.А. Рыбка

**Выбор устройства экспериментального образца для определения огнезащитных свойств реактивных огнезащитных покрытий для металлических конструкций.**

Обосновано применения уменьшенного экспериментального образца для проведения исследований по оценке огнезащитной способности реактивных покрытий для металлических конструкций.

**Ключевые слова:** реактивное покрытие, экспериментальный образец, огнезащитная способность, подобие, приведенная толщина металла.

V.A. Andronov, Ye.A. Rybka

**Selecting the device of experimental model to determine the flame retardant properties of reactive flame retardant coatings for metal structures.**

The application of a reduced experimental model for studies to assess the ability of reactive flame retardant coatings for metal structures.

**Keywords:** reactive coating, the experimental design, fireproof ability, similarity, and the reduced thickness of the metal.