

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XVIII Міжнародна
науково-практична конференція
молодих вчених, курсантів та студентів

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



Львів-2023

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка**

Войтович Т.М.

Друк на різнографі

Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк

Петролюк Н.І.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2023. – 546 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності**».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Цивільна безпека.
- Пожежна та техногенна безпека.
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Управління проектами та програмами у безпеці життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничо-наукові та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.

© ЛДУ БЖД, 2023

Здано в набір 06.03.2023. Підписано до друку
28.04.2023. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 31,86.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передруковуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 614.841.45

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄМНОГО КОЕФІЦІЄНТА СПУЧЕННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТА ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

Дмитро Смоляк

Р.Б. Веселівський, кандидат технічних наук, доцент
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

За стандартизованим методом ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 виконано експериментальні дослідження щодо визначення об'ємного коефіцієнта спучення високотемпературного та вогнезахисного покриття для сталевих конструкцій. Ґрунтуючись на проведених експериментальних дослідженнях визначено об'ємний коефіцієнт спучення покриття, що становить 10442,75 мм³/г та коефіцієнт умовно-лінійного спучення – 1,717.

Ключові слова: вогнезахисне покриття, вогнезахисна здатність, стандартизований метод, об'ємний коефіцієнт спучення, коефіцієнт умовно-лінійного спучення.

EXPERIMENTAL STUDIES OF VOLUME EXPANSION COEFFICIENT OF HIGH-TEMPERATURE AND FIREPROOF COATING

Dmytro Smolyak

R.B. Veselivskyi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Lviv State University of Life Safety

According to the standardized method of DSTU-N-P B V.1.1-29:2010, experimental studies were performed to determine the volume coefficient of swelling of high-temperature and fire-resistant coatings for steel structures. Based on the conducted experimental studies, the volumetric coefficient of swelling of the coating was determined, which is 10442.75 mm³/g, and the coefficient of conventional linear swelling is 1.717.

Keywords: fire-resistant coating, fire-resistant ability, standardized method, volume coefficient of swelling, coefficient of conditional-linear swelling.

Застосування металевих будівельних конструкцій та елементів можливе лише за відповідності їх технічному регламенту будівельних виробів [1,2], особливо в частині забезпечення необхідної нормованої межі вогнестійкості та класу вогнестійкості. На жаль попри велику перевагу у своїх міцнісних властивостях, металеві будівельні конструкції мають низьку межу вогнестійкості, що обмежує їх застосування у вигляді тих чи інших будівельних конструкцій у відповідності до [3]. Тому, для можливості використання металевих будівельних конструкцій, актуальним залишається їх вогнезахист.

Для оцінки вогнезахисної здатності розробленого покриття [4] для сталевих конструкцій на основі полісилоксану та оксидів алюмінію, титану та хрому, пропонується використовувати метод визначення об'ємного коефіцієнта спучення [5,6].

Сутність методу визначення об'ємного коефіцієнта спучення полягає у визначенні об'єму вогнезахисного засобу, що утворився з певної маси засобу після впливу температури 340 °С. Застосовується для вогнезахисних покриттів і однорідних матеріалів та сумішей (фарби, лаки тощо). За результатами випробувань за методом визначення об'ємного коефіцієнта спучення розраховується об'ємний коефіцієнт спучення $K_{об}$ за формулою:

$$K_{об} = 0,125 \pi d^2 (h_{c1}/m_1 + h_{c2}/m_2) \text{ [мм}^3/\text{г]} \quad (1)$$

де d - діаметр скляного стакана, мм;

h_{c1} , h_{c2} - висота спученого шару першої та другої наважки матеріалу, мм;

m_1 , m_2 - маса першої та другої наважки матеріалу, г.

Для дослідження вогнезахисної здатності покриття методом визначення об'ємного коефіцієнта спучення було виготовлено корзинку з алюмінієвої фольги розміром 160x60x10 мм, яку заповнили шаром покриття середньою висотою 2,07 мм, що виміряна у п'яти точках рівномірно по довжині зразка із вогнезахисного матеріалу після його висушування.

З отриманого матеріалу покриття утворили дві наважки з гранул розміром не більше 2 мм та вагою 2,96 та 2,04 відповідно, які помістили у склянки з термостійкого скла діаметром 50 мм.

Для дослідження вогнезахисної здатності покриття ці склянки було поміщено у електропіч, що прогрівалась протягом однієї години до заданої температури 340 °С, на 20 хв. Після випробування та охолодження досліджуваного зразка покриття, штангенциркулем визначили середнє значення висоти спученого шару матеріалу у кожній склянці, вимірявши висоту у п'яти точках: у центрі склянки і на серединах чотирьох радіусів. Висота спученого шару становила 13,48 та 12,42 мм у першій та другій склянках відповідно (рис. 1).



Рисунок 1 – Зразки спученого покриття після проведення випробувань

Використовуючи результати експериментальних досліджень розраховуємо об'ємний коефіцієнт спучення покриття:

$$K_{об} = 0,125 \pi d^2 (h_{c1}/m_1 + h_{c2}/m_2) [\text{мм}^3/\text{г}],$$
$$K_{об} = 0,125 \times 3,14 \times 50^2 \times (13,48/2,96 + 12,42/2,04) = 10442,75 \text{ мм}^3/\text{г}.$$

Додатково розраховуємо умовний лінійний коефіцієнт спучення $K_{y,l}$ за формулою:

$$K_{y,l} = 0,125 \cdot 10^{-4} \pi \cdot d^2 \cdot \rho_n \cdot (h_{c1}/m_1 + h_{c2}/m_2) \quad (2)$$
$$\rho_n = 10^3 \cdot m / (l \cdot a \cdot h) [\text{г}/\text{см}^3],$$
$$\rho_n = 10^3 \cdot 32,7 / (160 \cdot 60 \cdot 2,07) = 1,645 [\text{г}/\text{см}^3],$$
$$K_{y,l} = 0,125 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14 \cdot 50^2 \cdot 1,645 \cdot (13,48/2,96 + 12,42/2,04) = 1,717$$

Згідно з результатами експериментальних досліджень та відповідних розрахунків, визначено, що об'ємний коефіцієнт спучення покриття становить 10442,75 мм³/г, коефіцієнт умовно-лінійного спученням – 1,717.

Література

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів, будівель та споруд»: затверджена 20 грудня 2006 р. № 1764. *Офіційний вісник України*. 2006. С. 145.
2. Веселівський Р. Б., Смоляк Д.В. Способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. *Пожежна безпека*. 2021. № 39. С. 63–76.
3. Пожежна безпека об'єктів будівництва : ДБН В.1.1-7:2016 [Чинний від 31.10.2016]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 39 с.
4. Композиція для високотемпературного та вогнезахисного покриття : пат. 71300 Україна : С09D 5/18. № и 2011 15337 ; заявл. 26.12.2011 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13.
5. Захист від пожежі. Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання : ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 [Чинний від 30-12-2010]. Київ: Міністерства регіонального розвитку та будівництва України, 2010. 15 с.
6. Веселівський Р. Б., Смоляк Д.В. Експериментальні дослідження вогнезахисної здатності вогнезахисного покриття на основі полісилоксану та алюмінію оксиду для сталевих будівельних конструкцій. *Пожежна безпека*. 2022. № 41. С. 31–37.

References

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on Technical regulations of building products, buildings and structures from 20 December 2006, № 1764. (2006). *Ofitsiynyi visnyk Ukrainy*. p. 145 [in Ukrainian].

2. Veselivskyy R. B., Smolyak D.V. (2021) *Sposoby vohnezakhystu metalovykh budivelnnykh konstruksii* [Methods of fire protection of metal building structures]. *Pozhezhna bezpeka*, 39, 63–76 [in Ukrainian].

3. *Pozhezhna bezpeka ob'ektiv budivnytstva* [Fire safety objects of construction. General requirements]. (2016). DBN V.1.1-7: 2016 from 31st October 2016. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine. [in Ukrainian].

4. Hyvliud M.M., Smolyak D.V. (2012) *Kompozytsiia dlia vysokotemperaturnoho ta vohnezakhysnoho pokryttia* [Composition for high temperature and flame retardant coating]. Patent UA, no. 71300.

5. *Zakhyst vid pozhezhi. Vohnezakhysne obrobliannia budivelnnykh konstruksii. Zahalni vymohy ta metody kontroliuvannia* [Fire retardant treatment of building constructions. General requirements and methods of controlling]. (2010). DSTU N-P B V.1 .1-29:2010 from 30st December 2010. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine. [in Ukrainian].

6. Veselivskyy R. B., Smolyak D.V. (2022) *Eksperymentalni doslidzhennia vohnezakhysnoi zdatnosti vohnezakhysnoho pokryttia na osnovi polysyloksanu ta aliuminiu oksydu dlia stalevykh budivelnnykh konstruksii* [Experimental studies of the fire protection ability of fire protection coating based on polysiloxane and aluminum oxide for steel building structures]. *Pozhezhna bezpeka*, 41, 31–37 [in Ukrainian].