

УДК 614.841.45

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.270425.26.1140

ЩОДО ПИТАННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ З ОЦІНКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

БЄЛІКОВ А. С.¹, *докт. техн. наук, проф.*,

ТОДОРОВ О. П.^{2*}, *асп.*,

КРЕКНІН К. А.³, *канд. техн. наук, доц.*,

ХАРЧЕНКО В. В.⁴,

МЕЩЕРЯКОВА І. В.⁵, *докт. філ. (Ph.D.), доц.*

¹ Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: belicov@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 523-22-55, e-mail: 5232255@ukr.net, ORCID ID: 0009-0003-2274-0560

³ Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: kreknn.kyrylo@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

⁴ Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, вул. Січеславська Набережна, 17, 49000, Дніпро, Україна, e-mail: harchenko-76@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7653-3001

⁵ Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: meshcheriakova.iiryna@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

Анотація. Постановка проблеми. Застосування будівельних матеріалів, таких як метал, залізобетон, деревина та пластмаси, вимагає вивчення їх пожежно-технічних властивостей. Підвищені температури впливають на конструктивні матеріали, що може призвести до значних змін у їх стані та до обрушення будівельних конструкцій. Пожежна небезпека об'єкта, визначена пожежною небезпекою середовища, включає горіння матеріалів та виділення токсичних продуктів горіння. Важливість вибору будівельних матеріалів при визначенні категорії небезпеки об'єктів є ключовим фактором. **Мета статті** – визначення пожежно-технічних властивостей будівельних матеріалів та розробка методів оцінки їх захисних характеристик. Це включає вивчення впливу високих температур на несучу здатність конструкцій та визначення заходів для зниження ризиків, пов'язаних з пожежною небезпекою. Особлива увага приділяється розробці та випробуванню покриттів, що знижують горючість матеріалів і підвищують їх вогнестійкість, а також встановленню методик для оцінки цих характеристик. **Висновок.** Згідно проведених досліджень встановлено, що високі температури значно впливають на стан будівельних матеріалів, що може призвести до обрушення конструкцій. Тому актуальною задачею на сьогодні є розробка та використання вогнезахисних покриттів, що знижують горючість матеріалів і підвищують їх вогнестійкість. Визначення та розробка надійних методів оцінки характеристик вогнезахисних покриттів дозволить підвищити безпеку експлуатації будівельних конструкцій.

Ключові слова: пожежно-технічні властивості; пожежна небезпека; будівельні матеріали; висока температура; горіння матеріалів; горючість матеріалів; вогнезахисне покриття; будівельні конструкції

REGARDING THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE FIRE HAZARD OF FIRE-RETARDANT COATINGS

BIELIKOV A.S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

TODOROV O.P.^{2*}, *Postgrad. Stud.*,

KREKNIN K.A.³, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

HARCHENKO V.V.³,

MESHCHERIAKOVA I.V.⁵, *PhD, Assoc. Prof.*

¹ Department of Occupational Safety, Civil, and Technogenic Security, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: belicov@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Department of Occupational Safety, Civil, and Technogenic Security, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (067) 523-22-55, e-mail: 5232255@ukr.net, ORCID ID: 0009-0003-2274-0560

³ Department of Occupational Safety, Civil, and Technogenic Security, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: krekniin.kyrylo@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

⁴ Dnipropetrovsk Scientific Research Expert-Criminalistic Center of the MIA of Ukraine, 17, Str. Sicheslavs'ka Naberejna, Dnipro, 49000, Ukraine, e-mail: harchenko-76@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7653-3001

⁵ Department of Occupational Safety, Civil, and Technogenic Security, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: meshcheriakova.iryana@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

Abstract. Problem statement The use of building materials such as metal, reinforced concrete, wood, and plastics necessitates the study of their fire-technical properties. Elevated temperatures affect structural materials, which can lead to significant changes in their condition and the collapse of building structures. The fire hazard of an object, determined by the fire hazard of the environment, includes the combustion of materials and the release of toxic combustion products. The importance of selecting building materials when determining the hazard category of objects is a key factor. **Purpose of the article.** The purpose of the article is to determine the fire-technical properties of building materials and to develop methods for assessing their protective characteristics. This includes studying the impact of high temperatures on the load-bearing capacity of structures and determining measures to reduce risks associated with fire hazards. Special attention is paid to the development and testing of coatings that reduce the flammability of materials and increase their fire resistance, as well as the establishment of methodologies for assessing these characteristics. **Conclusion.** According to the research, it has been established that high temperatures significantly affect the condition of building materials, which can lead to the collapse of structures. The fire hazard of objects largely depends on the materials used in construction and their ability to resist combustion and the spread of flames. The development and use of fire-retardant coatings that reduce the flammability of materials and increase their fire resistance is a very relevant task today. The development of reliable methods for assessing the characteristics of fire-retardant coatings will enhance the safety of building structures.

Keywords: fire-technical properties; fire hazard; building materials; high temperature; material combustion; material flammability; fire-retardant coating; building structures

Постановка проблеми. Останнім часом в будівництві широко застосовуються конструкції із металу, залізобетону, деревини, пластмас і інших матеріалів, що вимагає вивчення їх пожежно-технічних властивостей. Згідно теорії надійності [1] час безпечної експлуатації будівельних конструкцій визначається ризиком прояву відказів внаслідок досягнення межі втрати несучої здатності (перший граничний стан) і досягнення прояву в конструкціях динамічних або статичних зміщень (другий граничний стан).

В залежності від конструктивних особливостей при дії високих температур в результаті накопичування негативних проявів відбуваються значні зміни стану матеріалів, що призводить до стрибкоподібних зрушень будівельних матеріалів, обрушенню будівельних конструкцій.

При розвитку пожежі пожежна небезпека середовища визначає небезпеку об'єкта в цілому в результаті обрушення

будівельних конструкцій, горіння матеріалів, в тому числі будівельних матеріалів та виділення токсичних продуктів горіння.

Тому вибір матеріалів, будівельних конструкцій при визначенні категорії небезпеки об'єктів мають першочергове значення.

Дуже важливою характеристикою при прогнозуванні безпеки експлуатації будівель і споруд є здібність будівельних матеріалів і конструкцій виявляти опір, що призводить до втрати основних властивостей та нерозповсюдженню полум'я по своїй поверхні.

Враховуючи зміни несучої здатності будівельних конструкцій при дії високих температур для зниження ризику небезпеки, необхідно визначити захисні заходи, які сповільнюють розвиток негативних проявів в матеріалах і конструкціях.

Враховуючи горючість матеріалів на основі органіки та розповсюдження полум'я по їх поверхні, для їх захисту в останній час

все більше приділяється уваги розробці покриттів, в тому числі вспінюючих, що дозволяє знизити горючість матеріалів та розповсюдження полум'я по їх поверхні.

В той же час, будівельні конструкції на основі конструктивних металів (сталь, сплави алюмінію, тощо) через високу теплопровідність швидко прогриваються до критичних температур, що потребує застосування різних захисних засобів, в тому числі покриттів, для підвищення їх вогнестійкості.

Таким чином, розробка покриттів, які дозволяють істотно знизити горючість матеріалів, підвищити вогнестійкість будівельних конструкцій, вимагає визначення надійних методів оцінки їх характеристик. Проведений нами аналіз свідчить, що різні підходи при визначенні захисних властивостей покриттів створюють труднощі при зіставленні одержаних по них результатів. Проведення стратегічного курсу країни з урахуванням інтеграції в Євросоюз дозволило визначити основні методичні підходи пожежної небезпеки вогнезахисних покриттів, що створюють основну методику оцінки їх характеристик.

Мета статті – є визначення пожежно-технічних властивостей будівельних матеріалів, розробка методів оцінки їх захисних характеристик, вивчення впливу високих температур на несучу здатність конструкцій та визначення заходів для зниження ризиків, пов'язаних з пожежною небезпекою.

Результати досліджень. Так, при визначенні пожежонебезпечності речовин і матеріалів, в тому числі нових захисних вспінюючих покриттів запропоновано випробування проводити згідно з вимогами ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація [2]. Експериментальні методи дослідження при визначенні групи негорючих матеріалів наведені в ДСТУ EN ISO 1716:2023 Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Визначення вищої теплоти згорання (теплотворної здатності)

(EN ISO 1716:2018, IDT; ISO 1716:2018, IDT) та ДСТУ EN ISO 1182:2022 Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Випробування на негорючість (EN ISO 1182:2020, IDT; ISO 1182:2020, IDT) [3; 4; 12].

Згідно методу експериментального визначення групи важкогорючих і горючих твердих речовин і матеріалів, оцінювання неметалевих матеріалів проводиться при присутності у своєму складі більш 3 % органічних речовин. Дослідження проводяться в керамічній реакційній камері прямокутної форми висотою 295 ± 2 мм з перерізом зі стороною 88 ± 2 мм та внутрішньовстановлений газовий пальник та механізм введення зразка з тримачем. Для випробування виготовляються три зразка матеріалу шириною 60 ± 1 мм, висотою 150 ± 3 мм і фактичною товщиною до 30 мм. Підготовлені зразки витримуються у вентиляційній сушильній шафі за температурою 60 ± 5 °C не менш ніж 20 годин, потім охолоджувалися до температури довкілля. Зразки одного матеріалу не повинні відрізнятися більш ніж на 2 %. Для вимірювання температури газоподібних продуктів горіння використовується термопара з діапазоном вимірювання від 0 °C до 1 000 °C.

При оцінюванні результатів виміру визначається максимальний приріст температури ($\Delta t_{\max}$):

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_0, \quad (1)$$

де $t_{\max}$ – максимальна температура газів; t_0 – температура до проведення досліджень.

Втрата маси зразка (Δm) визначається за формулою:

$$\Delta m_t = \left[\left(\frac{m_a}{m_k} - 1 \right) \cdot 100 \right], \quad (2)$$

де m_a – маса зразка до випробування, гр; m_k – маса зразка після випробування.

При проведенні досліджень по визначенню групи горючості будівельних матеріалів враховуються вимоги методу експериментального визначення групи горючих будівельних матеріалів, що

дозволяє оцінювати групу горючості будівельних матеріалів для всіх однорідних і шаруватих горючих будівельних матеріалів та таких, що застосовуються як оздоблювальні та облицювальні, а також з фарбовим покриттям. При цьому, виготовляється 12 зразків довжиною 1 000 мм, шириною 190 мм, товщина зразків 70 мм. Випробування проводяться в камері спалювання згідно ДСТУ 8829:2019. Контроль температурного режиму проводили за показаннями термопар (10 шт.), при цьому визначаються такі показники: температура газоподібних продуктів горіння; тривалість самостійного горіння та/або тління; довжина пошкодження зразка; маса зразка до і після випробування.

При визначенні димоутворюючої здатності проводяться дослідження згідно ДСТУ 8829:2019 п. 7.19 «Метод експериментального визначення коефіцієнта димоутворення твердих речовин і матеріалів». Випробування проводяться в камері згорання місткістю $3 \cdot 10^{-3}$ м³. Для випробування готувались 10 зразків матеріалу розміром 20×20 мм, товщиною до 10 мм. Лакофарбові та плівкові покриття при випробуванні наносилися на алюмінієву фольгу товщиною 0,2 мм. Підготовлені зразки перед випробуванням при температурі 20 ± 2 °C витримуються 48 год. Випробування проводяться у двох режимах: у режимі тління і у режимі горіння з використанням газового пальника (довжина полум'я пальника 10–15 мм). У кожному режимі випробуються по п'ять зразків. Коефіцієнт димоутворення (D_m) в м²·кг⁻¹ обчислюється за формулою:

$$D_m = \frac{V}{L \cdot m} \cdot \ln \frac{T_0}{T_{\min}}, \quad (3)$$

де V – об'єм камери вимірювання, м³; L – довжина шляху променя світла в задимленому середовищі, м; m – маса зразка, кг; T_0 , $T_{\min}$ – відповідно значення початкової та кінцевої світлопроникності, %.

Коефіцієнт димоутворення визначався як середньоарифметичне за результатами

п'яти випробувань.

Визначення індексу поширення полум'я проводяться згідно ДСТУ 8829:2019 7.20 «Метод експериментального визначення індексу поширення полум'я». Для випробування готують 5 зразків досліджуємого матеріалу розміром 320 ± 2 мм $\times$ 140 ± 2 мм товщиною до 20 мм. Оздоблювальні та облицювальні матеріали, а також лакофарбові та плівкові покриття випробуються нанесеними на ту саму основу, яка використовується в конструкції. Підготовлені зразки перед випробуванням витримуються при температурі 20 ± 2 °C 48 год.

Індекс поширення полум'я визначається за формулою:

$$I = \left[\frac{0,0115 \cdot \beta \cdot (t_{\max} - t_0)}{\tau_0} \cdot \left(\tau_{\max} - \tau_0 \right) \cdot \left(1 + 0,2 \cdot l \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau_i} \right) \right]^{0,5}, \quad (4)$$

де β – тепловий коефіцієнт установки, визначається за формулою:

$$\beta = \frac{q \cdot Q}{t_1 - t_0}, \quad (5)$$

q – питома теплота згорання газу, кДж·кг⁻¹; Q – витрата газу калібрувального пальника, кг·с⁻¹; t_0 – температура горіння в витяжному зонті, °C; t_1 – температура у витяжному зонті, °C; $t_{\max}$ – максимальна температура газоподібних продуктів горіння, °C; l – відстань, на яку поширюється полум'я, мм; τ_0 – початковий час, с; $\tau_{\max}$ – час від початку випробування за досягнення максимальної температури, с; 0,0115 – розмірний коефіцієнт, Вт⁻¹; 0,2 – розмірний коефіцієнт, с·мм⁻¹.

При визначенні токсичності продуктів горіння матеріалів дослідження, проводять згідно ДСТУ 8829:2019 п. 7.21 «Метод експериментального визначення показника токсичності продуктів горіння полімерних, синтетичних та інших матеріалів». Оцінювання токсичності компонентів обчислювали за сумарним показником згідно ДСТУ ISO 13344:2018 Визначення

потенціалу летальної токсичності летких продуктів згорання (ISO 13344:2015, IDT) [8]:

$$H_{CL_{50}} = \frac{CL_{50} \cdot CO}{gCO}, \quad (6)$$

де CL_{50} – середня смертельна концентрація оксиду вуглецю, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$; gCO – рівень виділення CO при згоранні умовних «еталонних» матеріалів.

Експериментальне визначення групи займистості матеріалів проводять згідно з ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96) Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість. Визначення групи поширення полум'я проводять згідно з ДСТУ Б В.2.7-70-98 Матеріали будівельні. Метод випробування на розповсюдження полум'я (ГОСТ 30444-97) [9; 10].

Визначаються фізико-механічні характеристики вогнезахисних покриттів за стандартними методиками. Нами запропоновано межу міцності при стисканні покриття визначати на зразках – кубах розміром $30 \times 30 \times 30$ мм на гідравлічному пресі з ціною поділки 10 кгс і швидкістю навантаження 20–30 кгс/с, згідно з ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками [11].

Адгезійну міцність покриття з поверхню запропоновано визначати по удосконаленій нами методиці з використанням приладу Мії-100 з урахуванням робіт [13–16], згідно якої на зразки $70 \times 30 \times 10$ мм наносять вогнезахисне покриття. Адгезія плівки шару покриття з захисною поверхню визначається методом відриву металевого штамп, приклеєної захисної підложки. Прилад дозволяє визначити адгезію як при нормальних, так і при підвищених температурах. Контроль температури в електропечі проводиться за допомогою термопар та самописця КСП-4. Згідно інструкцій до застосування Мії-100, ціна цифрового барабану лічильника $0,1 \text{ кг/см}^2$ відповідає $0,4266$ кгс тягової сили на захватах. Величина міцності зчеплення при відриві визначається за формулою:

$$R_{\text{відр}} = \frac{n \cdot 0,4266}{0,1 \cdot F}, \quad (7)$$

де $R_{\text{відр}}$ – міцність зчеплення, кгс/см^2 ; n – показання лічильника; F – площа поперечного перерізу, см^2 ; $0,4266$ – тягова сила на захватах, відповідає $0,1 \text{ кгс/см}^2$ показників лічильника.

Для порівняльної оцінки адгезійної міцності нами запропоновано проводити визначення адгезійної міцності неруйнівним методом контролю – велосиметричний метод [12; 13; 16]. Метод оснований на принципі зміни швидкості проходження хвиль при зміні щільності середовища. Різка зниження швидкості на межі захищеної поверхні свідчить про ослаблення контакту, яке чітко фіксується приладами.

Запропонована схема пристрою для контролю кінетики зміни представлена наступним чином: п'єзoeлектричний вимірювач ультразвукових коливань встановлюють на внутрішній поверхні, приймальний сигнал аналізує прилад ДУК-20 [13–16] (рис.).

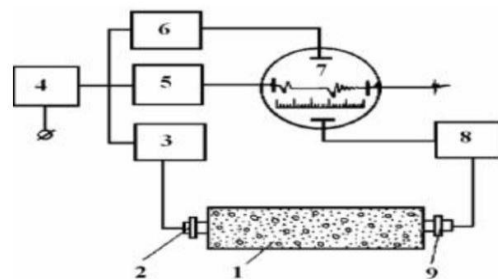


Рис. Блок-схема ультразвукового імпульсного приладу: 1 – бетонний елемент; 2 – випромінювач; 3 – генератор імпульсів; 4 – генератор, що задає; 5 – розгортка, що чекає; 6 – генератор міток часу; 7 – електроннопромінева трубка; 8 – підсилювач; 9 – приймач

Зі зміною контакту покриття на поверхні, що не захищається, відбувається зміна (зменшення) швидкості згинальної хвилі [13–15], згинальні хвилі описуються наступними виразами:

$$p \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{Eh^2}{12(1-\sigma^2)} \Delta^2 u = 0, \quad (8)$$

де t – час; Δ – двовимірний оператор Лапласа; u – зміщення елементів пластини;

ρ – щільність матеріалу; E – модуль Юнга; h – товщина пластини; σ – коефіцієнт Пуассона; ω – швидкість згинальної хвилі частотою:

$$Cu = \sqrt{\frac{Eh^2}{12\rho}}(1 - \sigma^2)\sqrt{\omega} . \quad (9)$$

Принцип дії заснований на вимірі швидкості поширення змін коливань на фіксованій відстані Δl при переміщенні вимірювача приймача вздовж дотичної. По зміні показань вимірника інтервалів можна будувати висновки про дисперсії швидкості поширення хвилі, тобто про наявність порушення адгезії у цьому середовищі. Пристрій дозволяє вимірювати зміну кінетики контакту вогнезахисного покриття з поверхнею, що утворилася в процесі затвердіння покриття та тривалої експлуатації.

Крім того, нами для порівняльного аналізу оцінок зміни адгезійної міцності покриття з поверхнею запропоновано використовувати метод решітчастих та паралельних надрізів ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии (ДСТУ ISO 2409:2015 Фарби та лаки. Випробування методом решітчастих надрізів (ISO 2409:2013, IDT)).

Випробування на спучування покриття проводять в печі муфельної зі швидкістю підйому температури 15–25 °C в хв., а також при вогневому впливі в екстремальних умовах.

При визначенні коефіцієнта спучування покриття проводять виміри висоти покриття до нагрівання (до спучування) h_1 і після нагрівання (після спучування) h_2 . Заміри робили індикатором деформацій з точністю до 0,01 мм. За показник спучування прийнято кратність спучування – відношення висоти спученого шару до його початкового значення.

Товщину вспінювання непрозорого покриття визначають згідно ГОСТ 14644-86 (Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения толщины непрозрачных покрытий), прозорого по ГОСТ 13639-75 (Детали и изделия из древесины и древесных

материалов. Метод определения толщины прозрачных лаковых покрытий), маятниковий вимірювач МТЗОИ по ТУ 25-06-1786-79 (Магнитные толщинометры типа МТЗН) [18; 19].

Враховуючи особливе значення при застосуванні вогнезахисних композицій, нами були проведені дослідження технологічних властивостей складів на стадії їх підготовки та нанесення на захищувану поверхню. До основних фізико-механічних властивостей, які визначають технологічність застосування композицій, є: в'язкість, розтікання, укривання поверхні, час затвердіння та інші.

При визначенні основних властивостей захисних складів та композицій та затвердлених покриттів використовувалися різні стандартні та відомі методи дослідження: ГОСТ 5802-86 Растворы строительные. Методы испытаний (ДСТУ Б В.2.7-239:2010 Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань (EN 1015-11:1999, NEQ)), ГОСТ 20501-75. Клеи для древесины. Методы определения технологических характеристик, ГОСТ 8420-74 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной в'язкости (ДСТУ ISO 2431:2015 Фарби та лаки. Визначення часу витікання з використанням лійок (ISO 2431:2011, IDT)), ГОСТ 19007-73. Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания (ДСТУ ISO 9117-1:2015 Фарби та лаки. Контроль висихання. Частина 1. Визначення стану та часу повного висихання (ISO 9117-1:2009, IDT)), ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии (ДСТУ ISO 2409:2015 Краски и лаки. Испытания методом решетчатых надрезов (ISO 2409:2013, IDT)), ДСТУ ISO 2431:2015 Фарби та лаки. Визначення часу витікання з використанням лійок (ISO 2431:2011, IDT), ДСТУ Б В.2.7-239:2010 Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань (EN 1015-11:1999, NEQ) [20; 21].

Враховуючи необхідність визначення стійкості покриттів впродовж визначеного часу експлуатації, проводяться дослідження

згідно ГОСТ 9.401-91 ЄСЗКС. Покриття лакофарбові. Загальні вимоги і методи прискорення випробувань на стійкість до дії кліматичних чинників (ДСТУ ISO 6270-2:2015 Фарби та лаки. Визначення вологостійкості. Частина 2. Випробування зразків в атмосфері конденсації води (ISO 6270-2:2005, IDT)).

Висновки

На основі проведеного аналізу розроблені основні науково – методичні підходи визначення пожежно-технічних, фізико-механічних та технологічних властивостей вогнезахисних покриттів, які дозволяють оцінити пожежну небезпеку будівельних матеріалів та конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Arnauet P., Ehm H., Kruppa J. Essais d'incendies naturels. *Construction Metalliques*. 1974. № 3. Pp. 5–17.
2. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація.
3. ДСТУ EN ISO 1716:2023. Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь.
4. ДСТУ EN ISO 1182:2022. Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Випробування на негорючість (EN ISO 1182:2020, IDT; ISO 1182:2020, IDT).
5. ДСТУ EN ISO 4589-1:2018. Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 1. Загальні вимоги (EN ISO 4589-1:2017, IDT; ISO 4589-1:2017, IDT).
6. ДСТУ EN ISO 4589-2:2018. Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 2. Випробування за температури навколишнього середовища (EN ISO 4589-2:2017, IDT; ISO 4589-2:2017, IDT).
7. ДСТУ EN ISO 4589-3:2018. Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 3. Випробування за підвищеної температури (EN ISO 4589-3:2017, IDT; ISO 4589-3:2017, IDT).
8. ДСТУ ISO 13344:2018. Визначення потенціалу летальної токсичності легких продуктів згоряння (ISO 13344:2015, IDT).
9. ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96). Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість.
10. ДСТУ Б В.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97). Матеріали будівельні. Метод випробування на розповсюдження полум'я.
11. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками.
12. Беликов А. С. Методика экспериментального определения огнестойкости строительных конструкций, группы труднгорючих и горючих твердых материалов. *Вісник ПДАБА*. 1997. № 3. С. 21–28.
13. Беликов А. С. Оценка адгезионной прочности огнезащитного покрытия. *Проблемы пожарной безопасности*. 1999. Вып. 3. С. 40–46.
14. Жартовский В. М., Рагимов С. Ю. Современное состояние разработок в области огнезащитных покрытий. *Проблемы огнезащиты строительных конструкций*. 1994. С. 31–32.
15. Методика проведения опытно-промышленных испытаний огнезащитных составов на шахтах п/о «Укрзападуголь». Донецк : ВНПО «Респиратор», 1997. 15 с.
16. Беликов А. С., Крикунов Г. Н., Чалый В. Г., Шаломов В. А. Методика исследования огнезащитных покрытий. *Сборник научных трудов Приднпровской государственной академии строительства и архитектуры*. Вып. 2, ч. 1. Днепропетровск, 1997. С. 83–86.
17. ГОСТ 14644-86. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения толщины непрозрачных покрытий.
18. ТУ 25-06-1786-79. Магнитные толщинометры типа МТЗН).
19. ГОСТ 20501-75. Клеи для древесины. Методы определения технологических характеристик.
20. ДСТУ ISO 2431:2015. Фарби та лаки. Визначення часу витікання з використанням лійок (ISO 2431:2011, IDT).
21. ДСТУ Б В.2.7-239:2010. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань (EN 1015-11:1999, NEQ).

REFERENCES

1. Arnauet P., Ehm H. and Kruppa J. Essais d'incendies naturels. *Construction Metalliques*. 1974, no. 3, pp. 5–17.
2. DSTU 8829:2019. *Pozhezhovybukhonebezpechnist rechovyn i materialiv. Nomenklatura pokaznykiv i metody yikhnoho vyznachennia. Klasyfikatsiia* [Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods of their determination. Classification]. (in Ukrainian).

3. DSTU EN ISO 1716:2023. *Vyprobuvannia budivelnykh vyrobiv shchodo reaktsii na vohon* [Testing of building products for reaction to fire]. (in Ukrainian).
4. DSTU EN ISO 1182:2022. *Vyprobuvannia budivelnykh vyrobiv shchodo reaktsii na vohon. Vyprobuvannia na nehorichnist (EN ISO 1182:2020, IDT; ISO 1182:2020, IDT)* [Testing of building products for reaction to fire. Non-flammability test (EN ISO 1182:2020, IDT; ISO 1182:2020, IDT)]. (in Ukrainian).
5. DSTU EN ISO 4589-1:2018. *Plastmasy. Vyznachennia kharakterystyk horinnia za kysnevym indeksom. Chastyna 1. Zahalni vymohy (EN ISO 4589-1:2017, IDT; ISO 4589-1:2017, IDT)* [DSTU EN ISO 4589-1:2018 Plastics. Determination of burning characteristics by oxygen index. Part 1. General requirements (EN ISO 4589-1:2017, IDT; ISO 4589-1:2017, IDT)]. (in Ukrainian).
6. DSTU EN ISO 4589-2:2018. *Plastmasy. Vyznachennia kharakterystyk horinnia za kysnevym indeksom. Chastyna 2. Vyprobuvannia za temperatury navkolyshnoho seredovyscha (EN ISO 4589-2:2017, IDT; ISO 4589-2:2017, IDT)* [DSTU EN ISO 4589-2:2018 Plastics. Determination of burning characteristics by oxygen index. Part 2. Tests at ambient temperature (EN ISO 4589-2:2017, IDT; ISO 4589-2:2017, IDT)]. (in Ukrainian).
7. DSTU EN ISO 4589-3:2018. *Plastmasy. Vyznachennia kharakterystyk horinnia za kysnevym indeksom. Chastyna 3. Vyprobuvannia za pidvyshchenoi temperatury (EN ISO 4589-3:2017, IDT; ISO 4589-3:2017, IDT)* [DSTU EN ISO 4589-3:2018 Plastics. Determination of burning characteristics by oxygen index. Part 3. Test at elevated temperature (EN ISO 4589-3:2017, IDT; ISO 4589-3:2017, IDT)]. (in Ukrainian).
8. DSTU ISO 13344:2018. *Vyznachennia potentsialu letalnoi toksychnosti lehkykh produktiv zghoriannia* [Determination of the lethal toxicity potential of light combustion products] (ISO 13344:2015, IDT). (in Ukrainian).
9. DSTU B V.1.1-2-97 (HOST 30402-96). *Materialy budivelni. Metod vyprobuvannia na zaimystist* [DSTU B V.1.1-2-97 (GOST 30402-96) Building materials. Flammability test method]. (in Ukrainian).
10. DSTU B V.2.7-70-98 (HOST 30444-97). *Materialy budivelni. Metod vyprobuvannia na rozpovsiudzhennia polum`ia* [DSTU B V.2.7-70-98 (GOST 30444-97) Building materials. Flame spread test method]. (in Ukrainian).
11. DSTU B V.2.7-214:2009. *Budivelni materialy. Betony. Metody vyznachennia mitsnosti za kontrolnymy zrazkami* [DSTU B V.2.7-214:2009 Building materials. Concretes. Methods for determining strength using control samples]. (in Ukrainian).
12. Belykov A.S. *Metodyka eksperymentalnoho opredeleniya ohnestoikosti stroytelnykh konstruksiy, hruppu trudnohorichykh y horichykh tverdukh materiyalov* [Methods of experimental determination of fire resistance of building structures, groups of hard-to-burn and combustible solid materials]. *Visnyk PDABA* [Bulletin of PSACEA]. 1997, no. 3, pp. 21–28. (in Russian).
13. Belykov A.S. *Otsenka adhezyonnoi prochnosti ohnezashchytnoho pokrutya* [Evaluation of the adhesion strength of the fire-resistant coating]. *Problemy pozharnoi bezopasnosti* [Problems of Fire Safety]. 1999, vol. 3, pp. 40–46. (in Russian).
14. Zhartovskiy V.M. and Rahymov S.Yu. *Sovremennoe sostoyaniye razrabotok v oblasti ohnezashchytnykh pokrutyi* [The current state of development in the field of fire-resistant coatings]. *Problemy ohnezashchyty stroytelnykh konstruksiy* [Problems of Fire Protection of Construction Structures]. 1994, pp. 31–32. (in Russian).
15. *Metodyka provedeniya oputno-promushlennnykh yspytaniy ohnezashchytnykh sostavov na shakhtakh p/o "Ukrzapaduhol"* [Methodology of experimental and industrial tests of fire-resistant compounds in mines p/o "Ukrzapaduhol"]. Donetsk: VNPO "Respyrator" Publ., 1997, 15 p. (in Russian).
16. Belykov A.S., Krykunov H.N., Chalui V.H. and Shalomov V.A. *Metodyka yssledovaniya ohnezashchytnykh pokrutyi* [The method of research of fire-resistant covers]. *Sbornik nauchnykh trudov Prydneprovskoy gosudarstvennoy akademii stroitel'stva i arkhitektury* [Collection of Scientific Works of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnepropetrovsk, 1997, vol. 2, part 1, pp. 83–86. (in Russian).
17. *HOST 14644-86. Detaly y yzdelyia yz drevesynu y drevesnykh materiyalov. Metod opredeleniya tolshchynu neprozrachnykh pokrutyi* [GOST 14644-86. Details and products from wood and wood materials. The method of determining the thickness of opaque covered]. (in Russian).
18. *TU 25-06-1786-79. Mahnytnue tolshynometru tipa MTZN* [Magnetic thickness gauges of the MTZN type]. (in Russian).
19. *HOST 20501-75. Kley dlia drevesynu. Metodu opredeleniya tekhnolohycheskykh kharakterystyk* [GOST 20501-75. Adhesives for wood. Methods of determining technological characteristics]. (in Russian).
20. DSTU ISO 2431:2015. *Farby ta laky. Vyznachennia chasu vytikannia z vykorystanniam liiok (ISO 2431:2011, IDT)* [DSTU ISO 2431:2015. Paints and varnishes. Determination of flow time using funnels (ISO 2431:2011, IDT)]. (in Ukrainian).
21. DSTU B V.2.7-239:2010. *Budivelni materialy. Rozchyny budivelni. Metody vyprobuvan (EN 1015-11:1999, NEQ)* [DSTU B V.2.7-239:2010. Building materials. Mortars for construction. Test methods (EN 1015-11:1999, NEQ)]. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 21.02.2025.