

УДК 614.841.45

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ КАБЕЛЬНИХ ПРОХОДОК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕАКТИВНОГО ВОГНЕЗАХИСНОГО МАТЕРІАЛУ «ЕНДОТЕРМ ХТ-150»

С.В. Новак¹, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., В.Л. Дріжд², канд. техн. наук, О.В. Добростан¹, канд. техн. наук, П.О. Іллученко^{1*}

¹Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

²Науково-виробниче підприємство «Спецматеріали», Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 11.10.2019

Пройшла рецензування: 09.12.2019

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

вогневий вплив, вогнестійкість, кабель, кабельний короб, кабельна проходка, реактивний вогнезахисний матеріал, теплоізолювальна здатність, цілісність

АНОТАЦІЯ

Наведено результати дослідження вогнестійкості кабельних проходок, у конструкції яких застосовано реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150». Використано методику дослідження, яка ґрунтується на положеннях ДСТУ Б В.1.1-8, ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2. Сутність цієї методики полягає у тому, що зразки кабельних проходок встановлюють у вертикальну опорну конструкцію печі й піддають вогневому впливу. За отриманими експериментальними даними оцінюють цілісність і теплоізолювальну здатність кабельних проходок. За результатами дослідження визначено характеристики вогнестійкості кабельних проходок, у конструкції яких застосовано реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150». Встановлено, що конструктивні параметри цих кабельних проходок суттєво впливають на їхню вогнестійкість. Так, кабельні проходки, в яких кабелі прокладено у сталевих коробах з вогнезахисним покриттям реактивним матеріалом, відповідають класу вогнестійкості EI 150. Кабельна проходка, в якій кабелі з вогнезахисним покриттям реактивним матеріалом безпосередньо проходять через огорожувальну конструкцію, відповідає класу вогнестійкості EI 90. Визначено напрям подальших досліджень, які орієнтовані на виявлення впливу параметрів сталевого кабельного короба, огорожувальної конструкції, вогнезахисного облицювання із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу і марок кабелів на вогнестійкість кабельних проходок.

Вступ. Відповідно до Регламенту ЄС № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради про встановлення гармонізованих умов для поширення на ринку будівельної продукції [1], Технічного регламенту будівельних виробів, будинків і споруд [2] та державних будівельних норм ДБН В.1.2-7-2008 [3], однією з основних вимог до будівель і споруд є обмеження поширення у них вогню і диму під час пожежі. Одним зі способів обмеження поширення вогню за межі приміщення, де виникла пожежа, є застосування кабельних проходок, вогнестійкість яких відповідає нормованому значенню, яке складає від 15 хв до 240 хв [4]. Кабельною проходкою є виріб або збірна будівельна конструкція, яка складається з ущільнювальних матеріалів, кабельних виробів та закладних деталей (труб, коробів, лотків тощо) і призначена для проходу кабелів (кабельних ліній) через стіни й перекриття [5]. Для забезпечення вогнестійкості застосовують різні конструктивні рішення кабельних проходок, одне з яких полягає у використанні кабельних муфт, що складаються з металевого каркаса з внутрішнім шаром з реактивного

вогнезахисного матеріалу, що спучується [6]. Під час пожежі цей вогнезахисний матеріал значно збільшує свою початкову товщину, утворюючи теплоізоляційний шар, який зменшує інтенсивність теплопередачі до поверхні кабельної проходки, яка протилежна вогневому впливу, і перешкоджає поширенню вогню.

Зважаючи на широке використання для вогнезахисту будівельних сталевих конструкцій (колон, балок тощо) реактивних вогнезахисних матеріалів різних марок [7], актуальним слід вважати дослідження вогнестійкості кабельних проходок з використанням таких вогнезахисних матеріалів, спрямовані на подальше удосконалення і розвиток технології створення вогнестійких кабельних проходок.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Забезпечення вогнестійкості огорожувальних конструкцій (стін, перекриттів), у яких улаштовуються відкриті технологічні прорізи для прокладання інженерних комунікацій (кабелів, повітроводів, трубопроводів) є достатньо складним технічним завданням [8]. Однією з основних проблем,

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2019.2.3-13>

*E-mail: illuchenko_p@undicz.dsns.gov.ua

пов'язаних із заповненням цих технологічних прорізів, є забезпечення необхідного рівня герметичності між контуром прорізу огорожувальної конструкції та конструкцією, яку вбудовують у цей проріз. Це обумовлено тим, що в умовах вогневого впливу інколи достатньо утворення в огорожувальній конструкції лише невеликих тріщин та отворів, щоб через них газоподібні продукти горіння змогли проникнути з одного приміщення в інше і стати причиною поширення пожежі у будівлі [9]. У цьому плані серйозну проблему представляє герметизація вільного простору між пучком кабельних виробів, які проходять через проріз огорожувальної конструкції [8]. Зазвичай для таких цілей застосовують спеціальну конструкцію, яку називають кабельною проходкою [6].

Кабельні проходки призначено для збереження вогнестійкості огорожувальної конструкції у місцях їх проходження через неї. Вважають, що кабельні проходки виконують огорожувальну функцію під час пожежі, якщо впродовж певної тривалості вогневого впливу на її обігрівну поверхню, на її необігрівній поверхні не виникає тріщин або отворів, крізь які проходять продукти горіння, або підвищення температури в довільній точці цієї необігрівної поверхні відносно початкової температури не перевищує допустимого значення.

Характеристиками вогнестійкості кабельних проходок є їхня цілісність і теплоізолювальна здатність під час пожежі [4, 5, 10]. Для оцінювання вогнестійкості кабельних проходок може бути застосовано сценарій умовної або реальної пожежі [11]. Для сценарію умовної пожежі розглядають лише стадію розвинутої пожежі за стандартним температурним режимом. Для сценарію реальної пожежі вогневий вплив оцінюють з урахуванням стадії розвинутої пожежі та стадії її затухання. При цьому для стадії розвинутої пожежі за допустиме підвищення температури на необігрівній поверхні кабельної проходки прийнято 180 °C [5, 10], а для стадії затухання – 240 °C [12]. Класи вогнестійкості кабельних проходок на сьогодні визначають із застосуванням сценарію умовної пожежі за стандартним температурним режимом за методами, визначеними в [4, 5, 10, 13].

Застосовують різні конструкції кабельних проходок, які містять, зокрема, такі вироби й матеріали, як панелі, кабельні муфти, мінераловатні плити з вогнезахисним покриттям, мінеральна вата, модульні системи [6]. У цих конструкціях і виробках широко

використовують реактивні вогнезахисні матеріали, що в умовах вогневого впливу забезпечують утворення теплоізоляційного покриття. Реактивними є вогнезахисні матеріали, склад яких спеціально підібрано з таким розрахунком, щоб забезпечити перебіг хімічної реакції під час нагрівання, аби змінився їх фізичний стан, у такий спосіб забезпечуючи вогнезахист за рахунок теплоізолювального та ендотермічного ефектів [14, 15]. На вогнестійкість кабельних проходок із застосуванням реактивних вогнезахисних матеріалів впливають, зокрема, теплофізичні характеристики, коефіцієнт спучення і товщина нанесення цих матеріалів на поверхню кабельних виробів або кабельних коробів (кабельних муфт), а також параметри кабельних виробів. За результатами експериментально-розрахункових досліджень вогнестійкості кабельної проходки, у конструкції якої для нанесення на поверхню кабелів застосовано реактивний вогнезахисний матеріал марки КС-1, встановлено, що межа вогнестійкості цієї проходки суттєво залежить від товщини вогнезахисного покриття, перерізу жил кабелів та їхнього матеріалу [16]. Показано, що для кабельних проходок зменшення перерізу жил кабелів може призводити не лише до підвищення межі вогнестійкості проходки, а й до її зниження.

Існуючі конструкції кабельних проходок із застосуванням реактивних вогнезахисних матеріалів різних марок забезпечують нормовані класи вогнестійкості від EI 15 до EI 240 [17]. Для подальшого їхнього конструктивного удосконалення є доцільним провести дослідження вогнестійкості кабельних проходок із застосуванням реактивних вогнезахисних матеріалів інших торгових марок, які ефективні для вогнезахисту будівельних сталевих конструкцій (колон, балок тощо) та інших виробів. Серед таких вогнезахисних матеріалів слід виокремити реактивний вогнезахисний матеріал торгової марки «Ендотерм ХТ-150», що спучується під тепловим впливом в умовах пожежі [18]. За результатами дослідження вогнезахисної здатності цього матеріалу у разі його застосування для захисту несучих сталевих конструкцій (колон і балок) визначено його теплофізичні характеристики та значення мінімальної товщини покриття, які забезпечують нормовані класи вогнестійкості [16, 19]. Встановлено, що коефіцієнт теплопровідності реактивного вогнезахисного матеріалу з підвищенням температури від

кімнатної до 520 °С суттєво зменшується від 0,075 Вт/(м°С) до 0,049 Вт/(м°С), а потім збільшується до 0,072 Вт/(м°С) (за температури 950 °С). Для зазначеного температурного діапазону середнє значення його питомої об'ємної теплоємності становить 0,71 МДж/(м³К) [16, 19]. Цей матеріал забезпечує класи вогнестійкості сталевих конструкцій R 15, R 30, R 45, R 60. За результатами дослідження, наведеними в [20], встановлено стійкість до поширення полум'я кабелів, прокладених у металевому кабельному коробі, внутрішня поверхня якого покрита реактивним вогнезахисним матеріалом «Ендотерм ХТ-150», і визначено, що об'ємний коефіцієнт спучення цього матеріалу становить 23,24 см³/г (за методом ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29 [21]), а вища теплота згоряння – 12,27 МДж/кг (за методом ДСТУ Б EN ISO 1716 [22]).

Зазначений реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150», можливо, може бути ефективно застосований і для забезпечення вогнестійкості кабельних проходок. Однак на підтвердження цього припущення не наведені відповідні результати досліджень. Тому є підстави вважати, що невизначеність впливу конструктивних параметрів кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150» на їхню вогнестійкість обумовлює проведення досліджень у цьому напрямі.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є оцінка вогнестійкості кабельних проходок, у конструкції яких застосовано реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150».

Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- визначити конструктивні рішення кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150»;

- визначити дані щодо теплового стану і цілісності кабельних проходок визначених конструктивних рішень в умовах вогневого впливу;

- провести аналіз отриманих даних і визначити вплив конструктивних параметрів кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150» на їхню вогнестійкість.

Методи дослідження вогнестійкості кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150». Для дослідження вогнестійкості кабельних проходок із

реактивним вогнезахисним матеріалом «Ендотерм ХТ-150» застосовано методику, яка ґрунтується на положеннях ДСТУ Б В.1.1-8 [5], ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2 [11], ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2 [12].

Сутність цієї методики полягає в тому, що зразки кабельних проходок, у конструкції яких застосовано реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150» (далі – зразки), встановлюють у вертикальну опорну конструкцію (стіну) вогневої печі. На необігрівну поверхню зразків встановлюють термопари. У печі впродовж певної тривалості вогневого впливу створюють стандартний температурний режим [5]. Після досягнення цієї тривалості пальники печі вимикають. На стадії вогневого впливу за стандартним температурним режимом і на стадії охолодження печі проводять вимірювання температури на необігрівній поверхні зразків, а також спостерігають за поведінкою зразків (появою тріщин, отворів, полум'я на необігрівному боці зразків). За отриманими експериментальними даними оцінюють цілісність і теплоізолювальну здатність кабельних проходок. При цьому оцінюванні за граничний стан кабельних проходок за ознакою втрати цілісності приймають стан, за якого у зразках виникають тріщини або отвори, крізь які на їхню необігрівну поверхню проходять продукти горіння або виникає полум'я на необігрівній поверхні зразків [5]. За граничний стан кабельних проходок за ознакою втрати теплоізолювальної здатності приймають стан, за якого підвищення температури на необігрівній поверхні зразків відносно її початкової температури становить 180 °С [5] – на стадії вогневого впливу за стандартним температурним режимом або 240 °С [12] – на стадії охолодження вогневої печі. За результатами оцінювання визначають вплив конструктивних параметрів кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150» на їхню вогнестійкість.

Результати дослідження вогнестійкості кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150». При дослідженні застосовували кабельні проходки (далі – проходки) із реактивним вогнезахисним матеріалом «Ендотерм ХТ-150» таких трьох типів.

У проходках 1 та 2 типів кабелі прокладають у сталевих кабельних коробах, які являють собою лотки з кришками, на внутрішню

та зовнішню поверхню яких нанесено реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150». Відмінність проходки 2 типу від проходки 1 типу полягає у застосуванні в її конструкції приставних сталевих коробів, які закріплено дюбелями щодо огорожувальної конструкції. У проходці 1 типу сталевий короб безпосередньо перетинає огорожувальну конструкцію. У проходці 3 типу кабелі прокладають крізь огорожувальну конструкцію без застосування сталевих коробів або лотка. На ці кабелі на певній відстані від огорожувальної конструкції нанесено реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150».

Для отримання даних щодо теплового стану і цілісності кабельних проходок визначених конструктивних рішень в умовах вогневого впливу застосовано положення ДСТУ Б В.1.1-8 [5] щодо параметрів зразків проходок (зокрема, їхньої мінімальної кількості й розмірів) для дослідження, а також марок кабелів у них. Відповідно до цих положень для проходки кожного типу використовували по два однакові зразки, які встановлювали у вертикальну опорну конструкцію вогневої печі (далі – огорожувальна конструкція) з ніздрюватого бетону (густиною 500 кг/м^3) завтовшки 200 мм (висотою і шириною по 3 м), і такі кабелі: силовий кабель з алюмінієвими жилами АВВГ $4 \times 185 \text{ мм}^2$, силовий кабель з алюмінієвими жилами АВВГ $3 \times 120 + 1 \times 70 \text{ мм}^2$ та пучок з 10 контрольних кабелів з мідними жилами КВВГ $4 \times 1,5 \text{ мм}^2$. У зразках застосовували сталеві коробки шириною 150 мм і висотою 80 мм, з товщиною стінок 1,0 мм.

У зразках проходки 1 типу кабелі, які укладені у сталевому коробі довжиною 1400 мм, перетинають огорожувальну конструкцію та виходять з обох її боків на 500 мм. Відносно огорожувальної конструкції сталевий короб ущільнений мінераловатним матеріалом густиною 135 кг/м^3 . Середня товщина шару вогнезахисного покриття на внутрішній поверхні сталевих коробів становить 0,68 мм (сухий стан). На зовнішню поверхню сталевих коробів вогнезахисний матеріал нанесено на відстань 200 мм від огорожувальної конструкції (з обох її боків), середня товщина цього покриття складає 0,60 мм. Закріплення відрізків кабелів до дна лотка здійснено двома сталевими перемичками, розташованими на відстані 50 мм від огорожувальної конструкції, за допомогою шпильок та гайок марки М6. Для улаштування кожної перемички були застосовані дві шпильки. Перемички виконані зі

сталевих стрічок товщиною 2,0 мм та шириною 75 мм кожна. Поверхні огорожувальної конструкції (з обох її боків) на відстані 40 мм від сталевих коробів покриті шаром реактивного вогнезахисного матеріалу середньою товщиною 0,80 мм.

У зразках проходки 2 типу кабелі укладені у прорізі огорожувальної конструкції розміром $150 \times 80 \times 200 \text{ мм}$ та з обох її боків спираються на лотки приставних сталевих коробів, які закріплено відносно огорожувальної конструкції за допомогою приварних фланців розміром $250 \times 170 \times 2 \text{ мм}$. Кожний фланець закріплений на огорожувальній конструкції за допомогою чотирьох забивних дюбелів. Довжина кожного приставного короба становить 600 мм. Середня товщина шару вогнезахисного покриття на внутрішній поверхні сталевих коробів становить 0,68 мм, на зовнішній його поверхні (на відстань 200 мм від огорожувальної конструкції) і на поверхні фланців – 0,70 мм. Інші конструктивні параметри такі ж, як і у зразках проходки 1 типу.

У зразках проходок 1 і 2 типів сталеві коробки з обох боків огорожувальної конструкції на відстані 300 мм від неї спираються на кронштейни, виконані з арматури $\text{Ø}10 \text{ A500C}$. Торці сталевих коробів з обігрівного боку ущільнені мінераловатними плитами густиною 135 кг/м^3 на глибину 100 мм.

У зразках проходки 3 типу кабелі перетинають огорожувальну конструкцію та виходять з її обох боків на 500 мм. На поверхню кожного кабелю та пучка з контрольних кабелів на відстань 400 мм від огорожувальної конструкції (з обох її боків), а також на поверхню кожного кабелю та пучка з контрольних кабелів, що розташована всередині огорожувальної конструкції, нанесено шар реактивного вогнезахисного матеріалу, середня товщина якого складає 0,70 мм. На поверхню огорожувальної конструкції розміром $450 \times 150 \text{ мм}$, з обох її боків, біля місць виходу кабелів та пучка з контрольних кабелів нанесено вогнезахисне покриття середньою товщиною 0,70 мм. Місця виходу кабелів та пучка з контрольних кабелів з огорожувальної конструкції ущільнені мінераловатним матеріалом густиною 135 кг/м^3 . Кабелі та пучок з контрольних кабелів з обох боків огорожувальної конструкції на відстані 250 мм від неї спираються на кронштейни, що виконані з арматури $\text{Ø}10 \text{ A500C}$.

Схеми розташування термопар на необігрівній поверхні зразків проходок 1–3 типів наведено на рисунку 1.

На кожному зразку проходки 1 типу встановлено шість термопар (рисунок 1а). Дві з цих термопар (T_{1-1} , T_{1-2}) розташовано на огорожувальній конструкції на відстані 25 мм від поверхні лотка і кришки короба. Дві термопари (T_{1-3} , T_{1-5}) встановлено на лотку на відстані 25 мм від огорожувальної конструкції та 25 мм від шару вогнезахисного покриття. На кришці розташовано дві термопари (T_{1-4} , T_{1-6}) на відстані 25 мм від огорожувальної конструкції та 25 мм від шару вогнезахисного покриття.

Для проходки 2 типу на кожному зразку встановлено вісім термопар (рисунок 1б). У цій проходці, у порівнянні з проходкою 1 типу, на огорожувальній конструкції на відстані 25 мм від поверхні фланців додатково встановлено дві

термопари (T_{2-1} , T_{2-2}). Місця розташування інших термопар такі ж, як і в проходки 1 типу.

На кожному зразку проходки 3 типу встановлено дев'ять термопар (рисунок 1в). Три термопари (T_{3-1} , T_{3-4} , T_{3-7}) встановлено на огорожувальній конструкції на відстані 25 мм від поверхні кабелів. На кабелях встановлено три термопари (T_{3-2} , T_{3-5} , T_{3-8}) на відстані 25 мм від огорожувальної конструкції та три термопари (T_{3-3} , T_{3-6} , T_{3-9}) на відстані 25 мм від шару вогнезахисного покриття.

Зразки проходок 1 і 2 типів встановлювали в одну вертикальну опорну конструкцію печі, й тривалість вогневого впливу на них за стандартним температурним режимом становила 150 хв. Для зразків проходки 3 типу ця тривалість дорівнювала 90 хв.

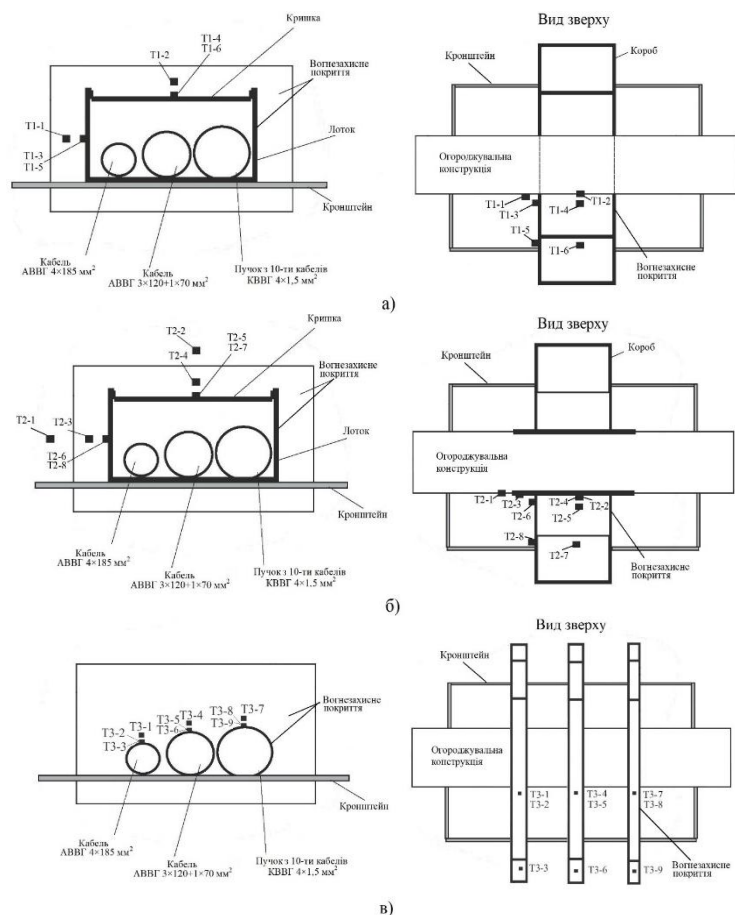
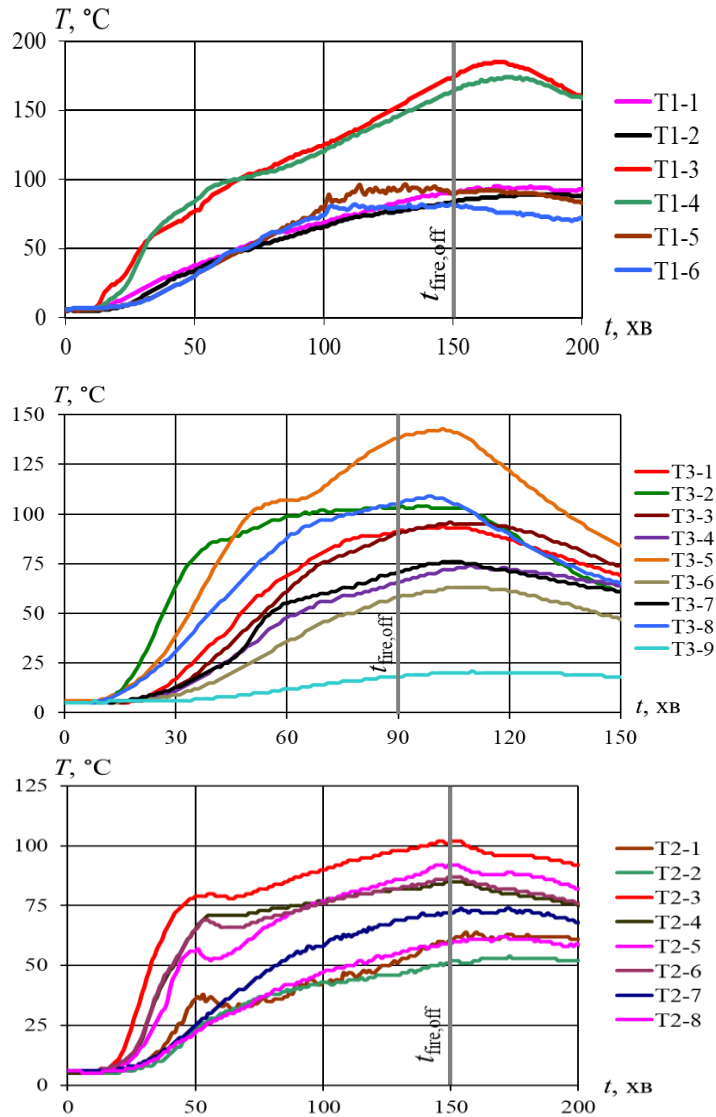


Рисунок 1 – Схеми розташування термопар на зразках проходок 1 типу (а), 2 типу (б) і 3 типу (в)

Визначення даних щодо теплового стану і цілісності зразків проходок проводили на стадії нагрівання печі й на стадії її охолодження. Результати вимірювання температури на необігрітій поверхні зразків проходок 1–3 типів у вигляді її залежностей від тривалості вогневого впливу (з урахуванням стадії

охолодження печі) надано на рисунку 2. На цих рисунках наведено залежності, які визначені для зразків (одного з двох однакових зразків для кожного типу проходки), для яких отримано більші максимальні значення температури на їхній необігрітій поверхні.



За експериментальними даними встановлено, що максимальне підвищення температури на необігрітій поверхні зразків проходок відносно початкової температури цієї поверхні становить:

- для проходки 1 типу 173 $^{\circ}\text{C}$ (T_{1-3} – на поверхні вогнезахисного покриття лотка коробу на відстані 25 мм від огорожувальної конструкції) на стадії нагрівання печі та 180 $^{\circ}\text{C}$ (T_{1-3}) на стадії охолодження печі;

- для проходки 2 типу 97 $^{\circ}\text{C}$ (T_{2-3} – на поверхні вогнезахисного покриття фланцю на відстані 25 мм від короба) на стадії нагрівання печі та 97 $^{\circ}\text{C}$ (T_{2-3}) на стадії охолодження печі;

- для проходки 3 типу 134 $^{\circ}\text{C}$ (T_{3-5} – на поверхні вогнезахисного покриття кабелю на відстані 25 мм від огорожувальної конструкції) на стадії нагрівання печі та 137 $^{\circ}\text{C}$ (T_{3-5}) на стадії охолодження печі.

Із порівняння отриманих значень максимального підвищення температури на

необігрітій поверхні зразків проходок 1–3 типів з граничними температурами (180 $^{\circ}\text{C}$ – на стадії вогневого впливу за стандартним температурним режимом та 240 $^{\circ}\text{C}$ – на стадії охолодження вогневої печі) випливає, що зазначені проходки зберігають свою теплоізолявальну здатність.

За результатами спостережень за дослідними зразками проходок 1–3 типів встановлено відсутність виникнення в них тріщин або отворів, крізь які на їхню необігріту поверхню проходять продукти горіння, та відсутність полум'я на цій поверхні, що свідчить про збереженість цілісності цих проходок.

Враховуючи те, що характеристики вогнестійкості зберігаються у зазначених умовах вогневого впливу, відповідно до 9.3 ДСТУ Б В.1.1-8 [5] клас вогнестійкості проходок 1 і 2 типів становить EI 150, а проходки 3 типу – EI 90.

Обговорення результатів дослідження вогнестійкості кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150». Як впливає з отриманих результатів, температура на необігрівній поверхні зразків має найменші значення для проходки 2 типу, у конструкції якої застосовано приставні сталеві коробки. Це обумовлено меншою інтенсивністю теплопередачі від поверхні зразків, яка піддається вогневному впливу з боку печі, до їхньої необігрівної поверхні, ніж для проходок 1 і 3 типів. Для проходки 1 типу значна частина теплоти з обігрівної поверхні передається теплопровідністю по стінках суцільного сталевого короба, який перетинає огорожувальну конструкцію, до необігрівної поверхні короба. Через те, що у проходці 2 типу замість суцільного сталевого короба застосовано два приставні сталеві коробки, між якими є проріз огорожувальної конструкції з повітряним середовищем, частина цієї теплоти для проходки 2 типу менша, ніж для проходки 1 типу. Для проходки 3 типу теплота з боку вогневого впливу до їхньої необігрівної поверхні передається теплопровідністю по металевих жилах кабелів. Через значний переріз жил кабелів у порівнянні з перерізом сталевого короба інтенсивність теплопередачі для проходки 3 типу більша, ніж для проходок 1 і 2 типів.

Найбільше підвищення температури на необігрівній поверхні зразків проходок 1 і 3 типів відносно початкової температури цієї поверхні відбувається на відстані 25 мм від огорожувальної конструкції на поверхні вогнезахисного покриття короба та кабелю, а для проходки 2 типу – на відстані 25 мм від короба на поверхні вогнезахисного покриття фланцю. Значення температури необігрівної поверхні зразків на відстані 25 мм від шару вогнезахисного покриття короба, фланцю та кабелю значно менші за величини, отримані для відстані 25 мм від огорожувальної конструкції. Ці дані свідчать про те, що найбільш напруженими місцями цих кабельних проходок з точки зору їхнього теплового стану є місця проходу коробів та кабелів через огорожувальну конструкцію.

Із порівняння отриманих даних щодо підвищення температури на необігрівній поверхні зразків на стадії нагрівання печі й на стадії її охолодження впливає, що різниця у цих значеннях є незначною і не перевищує 8 °С, що показує відсутність впливу стадії загасання

пожежі на результати оцінювання вогнестійкості кабельних проходок зазначених типів.

Із отриманих результатів дослідження випливає, що конструктивні рішення кабельних проходок, в яких застосовано реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150», відповідають класу вогнестійкості EI 150 у разі прокладання кабелів у сталевих коробах і класу вогнестійкості EI 90 у разі проходу кабелів безпосередньо через огорожувальну конструкцію. Таке ствердження можна вважати за доцільне з практичної точки зору, тому що дозволяє обґрунтовано підходити до визначення конструктивних рішень, які забезпечують обмеження поширення вогню по кабелях через огорожувальні конструкції. Однак неможливо не зазначити, що результати проведеного дослідження мають певну невизначеність. Це проявляється, у першу чергу, в тому, що при дослідженні було застосовано сталевий кабельний короб і опорну конструкцію вогневої печі тільки одного типорозміру. Під час використання іншого кабельного короба або опорної конструкції, що побудована з іншого матеріалу і (або) має ширину меншу ніж 200 мм, не виключена можливість отримання результатів щодо вогнестійкості кабельних проходок зазначених конструктивних рішень, які будуть відрізнятися від отриманих у даному дослідженні. Можливість отримання таких же результатів не можна виключити і при застосуванні в проходці 3 типу кабелів інших марок. Крім цього, не було досліджено вплив довжини шару вогнезахисного покриття на коробі й кабелях на тепловий стан кабельних проходок визначених конструктивних рішень в умовах вогневого впливу. Неможливість зняти названі обмеження у межах даного дослідження породжує потенційно цікавий напрям подальших досліджень. Вони, зокрема, можуть бути орієнтовані на виявлення впливу параметрів сталевого кабельного короба, огорожувальної конструкції, вогнезахисного облицювання із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу і марок кабелів на вогнестійкість кабельних проходок. Таке виявлення дозволить визначити конструктивні рішення кабельних проходок, прийнятні для забезпечення їхньої цілісності й теплоізолювальної здатності для широкого діапазону тривалості вогневого впливу.

Висновки. Проведеним дослідженням визначено характеристики вогнестійкості кабельних проходок, у конструкції яких застосовано реактивний вогнезахисний матеріал «Ендотерм ХТ-150». Встановлено, що

конструктивні параметри цих кабельних проходок суттєво впливають на їхню вогнестійкість. Так кабельні проходки, в яких кабелі прокладено у сталевих коробах з вогнезахисним покриттям реактивним матеріалом, відповідають класу вогнестійкості EI 150. Кабельна проходка, в якій кабелі з вогнезахисним покриттям реактивним матеріалом безпосередньо проходять через огорожувальну конструкцію, відповідає класу вогнестійкості EI 90. В умовах вогневого впливу температура на необігрівній поверхні має найменші значення для кабельної проходки, у конструкції якої застосовано приставні сталеві коробки. Для кабельної проходки з суцільним сталевим коробом значення цієї температури на

декілька десятків градусів більші. Найбільшу температуру на необігрівній поверхні має кабельна проходка, у конструкції якої не застосовано сталевих короба.

Визначено напрям подальших досліджень, які орієнтовані на виявлення впливу параметрів сталевих кабельних короба, огорожувальної конструкції, вогнезахисного облицювання із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу і марок кабелів на вогнестійкість кабельних проходок, що дозволять встановити конструктивні рішення кабельних проходок, прийнятні для забезпечення їхньої цілісності й теплоізолювальної здатності для широкого діапазону тривалості вогневого впливу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Regulation (EU) № 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC (Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює гармонізовані умови для розміщення на ринку будівельних виробів та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС). – OJ L 88, 4.4.2011. Р. 5–43.
2. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд. – Офіційний вісник України, 2006 р., № 51, ст. 3415.
3. ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
4. ДСТУ EN 13501-2:2016 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 2. Класифікація за результатами випробувань на вогнестійкість, крім складників вентиляційних систем (EN 13501-2:2007+A1:2009, IDT).
5. ДСТУ Б В.1.1-8:2003 Захист від пожежі. Кабельні проходки. Метод випробування на вогнестійкість.
6. EAD 350454-00-1104 Fire stopping and fire sealing products. Penetration seals (Матеріали та вироби для перешкодження проникненню вогню і вогнезахисного заповнення. Проходки інженерних комунікацій).
7. Каталог средств огнезащиты стальных конструкций 2017 / К. Калафат, Л. Вахитова // Публикация. Метінвест. – 2017. – 91 с.
8. Трушкин Д.В. Проблемы обеспечения огнестойкости противопожарных преград при прокладке инженерных коммуникаций / Д.В. Трушкин, Е.С. Кандрашкин // Пожаровзрывобезопасность. – 2015. – Т. 24, № 12. – С. 15–21.
9. Dey M.K. An evaluation of risk methods for prioritizing fire protection features: a procedure for fire barrier penetration seals // Nuclear Engineering and Design. – 2004. – Vol. 232, № 2. – Р. 165–171. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2003.11.035.
10. EN 1366-3:2009 Fire resistance tests for service installations – Part 3: Penetration seals (Випробування інженерних систем на вогнестійкість. Частина 3. Проходки інженерних комунікацій).
11. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT).
12. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT).
13. EN 15882-3:2009 Extended applications of results from fire resistance tests for service installations – Part 3: Penetration seals (Розширене застосування результатів випробувань інженерних систем на вогнестійкість. Частина 3. Проходки інженерних комунікацій).
14. ETAG № 018-1:2004 Guide for the European technical approval of fire protective products – Part 1: General (Настанова щодо технічного схвалення вогнезахисних матеріалів в Європі. Частина 1: Загальні вимоги).
15. ETAG № 018-2:2013 Guide for the European technical approval of fire protective products – Part 2: Reactive coatings for fire protection of steel elements (Настанова щодо технічного схвалення вогнезахисних матеріалів в Європі. Частина 2: Реактивні вогнезахисні матеріали для захисту сталевих конструкцій).
16. Круковский П.Г. Обратные задачи тепломассопереноса (общий инженерный подход) – Киев: Институт технической теплофизики НАН Украины, 1996. – 218 с.
17. Системы, препятствующие распространению огня. Каталог 2017. – 167 с.
<https://profsector.com/media/catalogs/5a9800c107223.pdf>
18. ТУ У 24.3-13481691-007-2003 Суміш та покриття вогнезахисні спучені «Ендотерм ХТ-150». Технічні умови.
19. Novak S.V. Identification of thermophysical characteristics of the fire-protective coatings according to the data of testing on fire-resistance / S.V. Novak, I.A. Kharchenko, P.G. Krukovsky // 2nd European Thermal-Sciences and 14th UIT National Heat Transfer Conference 1996. – Rome, Italy: Edizioni ETS. – 1996. – Vol. 2. – Р. 689–694.
20. Новак С.В. Підвищення стійкості кабелів до поширення полум'я шляхом облицювання сталевих кабельних короба реактивним вогнезахисним матеріалом / С.В. Новак, В.Л. Дріжд, П.О. Іллюченко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2019. – № 1 (7). – С. 64–73.
21. ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 Захист від пожежі. Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання.
22. ДСТУ Б EN ISO 1716:2011 Випробування виробів щодо реакції на вогонь. Визначення вищої (нижчої) теплоти згорання (EN ISO 1716:2010, IDT).

REFERENCES

1. Regulation (EU) № 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC (Регламент (ЄС) № 305/2011 . – OJ L 88, 4.4.2011. P. 5–43.
2. Tekhnichniy rehlement budivelnnykh vyrobiv, budivel i sporud. – Ofitsiinyi visnyk Ukrainy, 2006 r., № 51, st. 3415.
3. DBN V.1.2-7-2008 Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnnykh ob'iektiv. Osnovni vymohy do budivel i sporud. Pozhezhna bezpeka.
4. DSTU EN 13501-2:2016 Pozhezhna klasyfikatsiia budivelnnykh vyrobiv i budivelnnykh konstruksii. Chastyna 2. Klasyfikatsiia za rezultatamy vyprobuvannia na vohnestiikist, krim skladnykh ventyliatsiinykh system (EN 13501-2:2007+A1:2009, IDT).
5. DSTU B V.1.1-8:2003 Zakhyst vid pozhezhi. Kabelni prokhodky. Metod vyprobuvannia na vohnestiikist.
6. EAD 350454-00-1104 Fire stopping and fire sealing products. Penetration seals.
7. Katalog sredstv ohnezashchity stalnykh konstruksiy 2017 / K. Kalafat, L. Vakhytova // Pablykatsiia. Metinvest. – 2017. – 91 s.
8. Trushkyn D.V. Problemi obespechenia ohnestoikosty protyvopozharnykh prehrad pry prokladke ynzhenernykh komunykatyiv / D.V. Trushkyn, E.S. Kandrashkyn // Pozharovzrivobezopasnost. – 2015. – T. 24, № 12. – S. 15–21.
9. Dey M.K. An evaluation of risk methods for prioritizing fire protection features: a procedure for fire barrier penetration seals // Nuclear Engineering and Design. – 2004. – Vol. 232, № 2. – P. 165–171. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2003.11.035.
10. EN 1366-3:2009 Fire resistance tests for service installations – Part 3: Penetration seals
11. DSTU-N B EN 1991-1-2:2010 Yevrokod 1. Dii na konstruksii. Chastyna 1-2. Zahalni dii. Dii na konstruksii pid chas pozhezhi (EN 1991-1-2:2002, IDT).
12. DSTU-N B EN 1992-1-2:2012 Yevrokod 2. Proektuvannia zalizobetonnykh konstruksii. Chastyna 1-2. Zahalni polozhennia. Rozrakhunok konstruksii na vohnestiikist (EN 1992-1-2:2004, IDT).
13. EN 15882-3:2009 Extended applications of results from fire resistance tests for service installations – Part 3: Penetration seals (Rozshyrene zastosuvannia rezultativ vyprobuvannia inzhenernykh system na vohnestiikist. Chastyna 3. Prokhodky inzhenernykh komunikatsii).
14. ETAG № 018-1:2004 Guide for the European technical approval of fire protective products – Part 1: General.
15. ETAG № 018-2:2013 Guide for the European technical approval of fire protective products – Part 2: Reactive coatings for fire protection of steel elements.
16. Krukovskiy P.G. Obratnye zadachi teplomassoperenosa (obshhiy inzhenernyy podhod) – Kiev: Institut tehnichej teplofiziki NAN Ukrainy, 1996. – 218 s.
17. Sistemy, prepjatsvujushhie rasprostraneniya ognja. Katalog 2017. – 167 s. <https://profsector.com/media/catalogs/5a9800c107223.pdf>
18. TU U 24.3-13481691-007-2003 Sumish ta pokrittja vognazahisni spucheni «Endoterm HT-150». Tehnichni umovi.
19. Novak S.V. Identification of thermophysical characteristics of the fire-protective coatings according to the data of testing on fire-resistance / S.V. Novak, I.A. Kharchenko, P.G. Krukovsky // 2nd European Thermal-Sciences and 14th UIT National Heat Transfer Conference 1996. – Rome, Italy: Edizioni ETS. – 1996. – Vol. 2. – P. 689–694.
20. Novak S.V. Pidvishhennja stijkosti kabeliv do poshirennya polum'ja shljahom oblicjuvannja metalevogo kabel'nogo korobu reaktivnim vognegahisnim materialom / S.V. Novak, V.L. Drizhd, P.O. Illjuchenko // Naukovij visnik: Civil'nij zahist ta pozhezhna bezpeka. – 2019. – № 1 (7). – S. 64–73.
21. DSTU-N-P B V.1.1-29:2010 Zahist vid pozhezhi. Vognegahisne obrobljannja budivel'nykh konstruksij. Zagal'ni vimogi ta metodi kontroljuvannja.
22. DSTU B EN ISO 1716:2011 Viprobuvannja virobiv shhodo reakcii na vagon'. Vznachennja vishhoi (nizchoi) teploti zgorannja (EN ISO 1716:2010, IDT).

RESEARCH OF FIRE RESISTANCE OF CABLE PUNCHES WITH THE APPLICATION OF REACTIVE FIRE PROTECTION MATERIAL "ENDOTHERM HT-150"

S. Novak¹, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., V. Drizhd², Cand. of Sc. (Eng.),

O. Dobrostan¹, Cand. of Sc. (Eng.), P. Illyuchenko¹

¹The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

²Scientific and production enterprise "Special materials", Ukraine

KEYWORDS

cable, cable box, cable penetration, fire impact, fire resistance, integrity, reactive fire protection material, thermal insulation ability

ANNOTATION

The results of the study of fire resistance of cable penetrations, in the design of which used a reactive fire protection material "Endotherm HT-150". The research methodology based on the provisions of DSTU B B.1.1-8, DSTU-N B EN 1991-1-2, DSTU-N B EN 1992-1-2 has been applied. The essence of this technique is that samples of cable penetrations are installed in a vertical support structure of the furnace. At the stage of fire exposure under the standard temperature regime and at the stage of cooling the furnace, temperature is measured on the unheated surface of the specimens, and their behavior is observed (cracks, holes, flames appear on the unheated side of the specimens). According to the experimental data, the integrity and thermal insulation capacity of cable penetrations are evaluated. According to the results of the research, the characteristics of fire resistance of cable penetrations with the use of reactive fire protection material "Endotherm HT-150" were determined. It is established that the design parameters of these cable penetrations significantly affect their fire resistance. So the cable penetrations, in which the cables are laid in steel boxes with reactive fire protection coating, correspond to the class of fire resistance EI 150. Cable penetration, in which cables with a reactive fire protection coating directly pass through the enclosure structure, corresponds to the class of fire resistance EI 90. Under fire conditions, the temperature on the unheated surface is of the lowest value for the cable penetration, in which the structural steel boxes are used. For a cable duct with a solid steel box, this temperature is several tens of degrees higher. The highest temperature on the unheated surface is provided by the cable penetration, in the construction of which no steel box is used. The direction of further researches which are focused on revealing of influence of parameters of a steel cable box, a protective structure, fire protection lining with application of reactive fire protection material and brands of cables on the fire resistance of cable penetrations is determined.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ КАБЕЛЬНЫХ ПРОХОДКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАКТИВНОГО ОГНЕЗАЩИТНОГО МАТЕРИАЛА «ЭНДОТЕРМ ХТ-150»

С.В. Новак¹, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., В.Л. Дрижд², канд. техн. наук,

А.В. Добростан¹, канд. техн. наук, П.А. Иллюченко¹

¹Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

²Научно-производственное предприятие «Спецматериалы», Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

кабель, кабельный короб, кабельная проходка, огневое воздействие, огнестойкость, реактивный огнезащитный материал, теплоизолирующая способность, целостность

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследования огнестойкости кабельных проходок, в конструкции которых использован реактивный огнезащитный материал «Эндотерм ХТ-150». Применена методика исследования, основанная на положениях ДСТУ Б В.1.1-8, ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2. Сущность этой методики заключается в том, что образцы кабельных проходок устанавливают в вертикальную опорную конструкцию печи и подвергают огневому воздействию. По полученным экспериментальным данным оценивают целостность и теплоизолирующую способность кабельных проходок.

По результатам исследования определены характеристики огнестойкости кабельных проходок, в конструкции которых применен реактивный огнезащитный материал «Эндотерм ХТ-150». Установлено, что конструктивные параметры этих кабельных проходок существенно влияют на их огнестойкость. Так кабельные проходки, в которых кабели проложены в стальных коробах с

огнезащитным покрытием реактивным материалом, соответствуют классу огнестойкости EI 150. Кабельная проходка, в которой кабели с огнезащитным покрытием реактивным материалом непосредственно проходят через ограждающую конструкцию, соответствует классу огнестойкости EI 90. Определено направление дальнейших исследований, которые ориентированы на выявление влияния параметров стального кабельного короба, ограждающей конструкции, огнезащитной облицовки с применением реактивного огнезащитного материала и марок кабелей на огнестойкость кабельных проходок.