

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: **«Аналіз методів підвищення вогнестійкості будівельних
конструкцій в умовах експлуатації рахунок»**

Виконав: студент 2 курсу, групи: 8.1922– пцб –д
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

Яновський Сергій Валентинович

(прізвище та ініціали)

Керівник ст. викладач Пастухова С.В.

Науковий керівник проф., д.е.н Анін В. І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Данкевич Н.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні

Кафедра _____ Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти _____ другий магістрський рівень
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність _____ 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма _____ "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ПЦБ
_____ проф. Арутюнян І.А.
« _____ » _____ 20 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

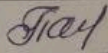
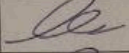
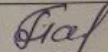

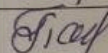

_____ Яновський Сергій Валентинович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту): _____ Аналіз методів підвищення вогнестійкості будівельних
конструкцій в умовах експлуатації рахунок
керівник роботи _____ Пастухова С.В. ст.викладач
Науковий керівник _____ Анін І.А., професор, д.т.н
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 01 " 05 2023 року № 637 – с

2. Строк подання студентом роботи _____ 01 грудня 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи _____ Вплив енергоефективності у будівництві цивільних будівель
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Конструктивні рішення підвищуючі енергоефективність, якості функціонування та економічності. 2. Комплекс технічних систем, які сприяють реалізації енергозберігаючих технологій в цивільному будівництві. 3. Оптимальні енергозберігаючі заходи для можливого впровадження в практику цивільного будівництва.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
_____ листів

6. Консультанти розділів роботи

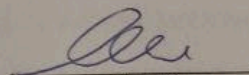
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Пастухова С.В. ст.викладач |  |  |
| Розділ 2 | Пастухова С.В. ст.викладач |  |  |
| Розділ 3 | Пастухова С.В. ст.викладач |  |  |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1. | Конструктивні рішення підвищуючі енергоефективність, якості функціонування та економічності | | |
| 2. | Комплекс технічних систем, які сприяють реалізації енергозберігаючих технологій в цивільному будівництві | | |
| 3. | Оптимальні енергозберігаючі заходи для можливого впровадження в практику цивільного будівництва | | |

Студент


(підпис)

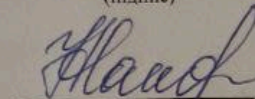
Яновський С. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту


(підпис)

Пастухова С.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено


(підпис)

Данкевич Н.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Яновський Сергій Валентинович. Аналіз методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в умовах експлуатації.

Науковий керівник - професор кафедри промислового та цивільного будівництва В.І. Анін, керівник проекту - ст. викладач С.В. Пастухова. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні, кафедра промислового та цивільного будівництва, р.

В роботі проведено дослідження, яке доводить необхідність використання новітніх методів підвищення ступеню вогнестійкості існуючих будівельних конструкцій під час експлуатації, у зв'язку зі змінами у будівельному законодавстві, використовуючи досвід Європейського союзу. Важливе значення у реалізації цих методів, відіграє перенесення вдалого досвіду на ситуацію яка виникла при експлуатації будівельній галузі України. У звіті проведено аналіз існуючих на будівельному ринку України матеріалів, їх видів, та способів їх нанесення або монтування.

Обґрунтовано застосування нових методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в сучасних умовах експлуатації, враховуючи інтереси сторін взаємовідносин таких як, організація яка виконує роботи з вогнезахисту та власник будівлі, з метою зменшення строків виконання без зменшення ступеню екологічності та зменшення вартості цих робіт.

Ключові слова: будівництво, вогнезахисне оброблення, будівельна конструкція, просочування, суміші, документація, експлуатація.

Список публікацій магістранта:

Яновський С.В., Пастухова С.В., Анін В.І. Аналіз методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в умовах експлуатації. ■ Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя,

ANNOTATION

Serhiy Valentinovych Yanovskyi. Analysis of methods of increasing the fire resistance of building structures under operating conditions.

Research supervisor - professor of the Department of Industrial and Civil Engineering V.I. Anin, project manager - Art. teacher S.V. Pastukhova Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023

In the work, a study was conducted that proves the need to use the latest methods of increasing the degree of fire resistance of existing building structures during operation, in connection with changes in construction legislation, using the experience of the European Union. Important importance in the implementation of these methods is played by the transfer of successful experience to the situation that arose during the operation of the construction industry of Ukraine. The report analyzes the existing materials on the construction market of Ukraine, their types, and methods of their application or installation. The application of new methods of increasing the fire resistance of building structures in modern operating conditions is substantiated, taking into account the interests of the parties to the relationship, such as the organization that performs fire protection works and the owner of the building, with the aim of reducing the execution time without reducing the degree of environmental friendliness and reducing the cost of these works.

Keywords: construction, fireproofing, building construction, seepage,

List of publications of the master's student:

1. Яновський С.В., Пастухова С.В., Анін В.І. Аналіз методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в умовах експлуатації. Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного

розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя,

ВСТУП

Актуальність роботи. Вогнезахист та захист від пожеж дуже важливий. Щороку у всьому світі відбувається близько 7-8 мільйонів пожеж. Від пожеж гинуть 85-90 тисяч людей, а опіки та травми одержують близько 700 тисяч. Люди втрачають житло. Пожежі на виробництві зазвичай найнебезпечніші як з боку людських жертв, так і втрат матеріалів, обладнання та виробничих потужностей.

Спеціальні органи посилюють контроль та спостереження за забезпеченням вогнезахисту та пожежної безпеки всіх будівель та споруд. Саме вогнезахисту - безпосередній профілактиці пожеж приділяється пильна увага. Проводиться безліч семінарів та навчальних програм з питань пожежної безпеки по запобіганню загоранням та первинній боротьбі з вогнем.

Вогнезахист — це зниження показників пожежної небезпечності матеріалу (тканина, папір, очерет, облицювальні та оздоблювальні будівельні матеріали, сценічні декорації) або підвищення вогнестійкості конструкції (несучі та огорожувальні будівельні конструкції будинків і споруд) чи виробу (повітроводи, проходки, електричні кабелі) [1].

Розроблені та застосовуються спеціальні засоби боротьби з загоранням та пожежами будматеріалів та споруд. Успішно використовуються як стандартні засоби, так і спеціально розроблені для певних цілей [2].

При будівництві усіх сучасних об'єктів використовуються сучасні будівельні матеріали з регламентованим ступенем вогнезахисту згідно діючих норм. Але існуючі будівлі та споруди, які були збудовані до появи сучасних норм, не відповідають існуючим правилам та нормам що до ступеню вогнестійкості конструкцій які до них належать.

Проблематика теми магістерської роботи. В складних умовах перед нами стає нагальна проблема удосконалення ступеню вогнезахисту.

Основні завдання вогнезахисної обробки:

1. Зменшити пожежну небезпеку конструкцій.

Це досягається шляхом просочення покриттів спеціальними матеріалами, внаслідок чого підвищується температура вигорання.

2. Забезпечити будівлю, споруди, матеріали необхідною вогнестійкістю.

За допомогою спеціальних паст, лаків, фарб, стійких до високих температур та дії вогню.

3. Запобігти спалаху. Припинити розвиток пожежі на стадії. Створити пасивну локалізацію пожежі.

Вогнезахисна обробка може значно скоротити час, який знадобиться для гасіння пожежі.

4. Ослабити небезпечні чинники пожежі.

5. У разі виникнення пожежі вогнезахисна обробка уповільнить поширення полум'я, і дасть час, який дозволить людям, які перебувають у будівлі, покинути його. А також захистить обладнання на об'єкті, що горить, що значно знизить збитки.

На сьогоднішній день вогнезахисна обробка у своєму арсеналі має достатньо сучасних безпечних, довговічних та атмосферостійких хімічних складів, що роблять важкозгоральними матеріали.

Основним об'єктом вогнезахисту є матеріал, виріб, конструкція, електричний кабель, інженерне обладнання будинків і споруд, проходка через протипожежні перешкоди й огорожувальні конструкції, що підлягають вогнезахисту, а вогнезахисний засіб - вогнезахисна речовина, суміш, фарба, рулонний (листовий) матеріал тощо, які за своїми властивостями придатні для вогнезахисту.

Мета дослідження. Проведення аналізу методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в умовах їх експлуатації за рахунок використання сучасних будівельних матеріалів.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси з підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в умовах їх експлуатації

Предметом дослідження є методи підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій за рахунок використання сучасних матеріалів

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені наступні завдання:

- дослідження бази нормативних актів для аналізу необхідності підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в умовах експлуатації існуючих будівель;
- дослідження ринку видів будівельних виробів для підвищення ступеня вогнезахисту несучих конструкцій ;
- аналіз методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в сучасних умовах експлуатації.

Методологія дослідження: аналіз та оцінка існуючої нормативної документації, літературних джерел, аналіз видів та типів вогнезахисних матеріалів.

Новизна роботи полягає у вдосконаленні теоретико-методологічні аспектів вогнестійкості будівельних конструкцій в сучасних умовах експлуатації.

Практична цінність. Багато сучасних матеріалів, що використовуються в будівництві та при проведенні ремонтних робіт, мають високий рівень горючості. Для зниження пожежних ризиків проводиться обробка вогнезахисними складами конструкцій, що використовуються у будинках та спорудах різного призначення. Своєчасно та правильно виконані роботи з профілактики загорянь, дотримання правил і заходів, спрямованих

на запобігання пожежам – це ефективний спосіб уникнути проблем, пов'язаних із вогненною стихією.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 97 сторінок тексту, у тому числі 7 рисунків, 13 таблиць. Список використаних джерел містить 27 найменувань.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БІДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ І КОНСТРУКЦІЙ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Значення вогнестійкості будівельних конструкцій

Найчастіша причина загибелі людей на пожежі, як не дивно, це не пряма дія вогню, а задуха від продуктів горіння і обвалення різних конструкцій на об'єкті, що горить. Навіть якщо об'єкт було споруджено з найсучасніших будівельних матеріалів, його конструкції перекриттів все одно схильні до руйнівної сили вогненної стихії: горіння або деформування і втрати несучої здатності. І в результаті будівля може передчасно обвалитися.

Вогнестійкість будівельних конструкцій визначає їх здатність витримувати вплив вогню протягом певного періоду часу, забезпечуючи захист людей, майна та забезпечуючи можливість евакуації. Ця властивість є дуже важливою для безпеки будівель і регулюється відповідними нормативами і стандартами.

Вогнестійкість будівельних конструкцій вимірюється у протипожежних класах або величинах, які вказують, яку тривалість вони здатні забезпечити захист від вогню. Ці класи залежать від матеріалів, які використовуються у конструкції, їх товщини і інших факторів. Зазвичай, чим вищий клас, тим більшу тривалість вогнестійкості вони мають.

Основні протипожежні класи, які використовуються для визначення вогнестійкості будівельних конструкцій, включають наступні:[3]

Клас А: Іноді позначається як "непрогоркість". Він означає високу вогнестійкість і здатність витримувати вогонь протягом 4 годин і більше.

Конструкції з цим класом вогнестійкості забезпечують найвищий рівень захисту.

Клас В: Вогнестійкість протягом 2 годин. Конструкції з цим класом мають значний рівень захисту.

Клас С: Вогнестійкість протягом 1 години. Конструкції з цим класом забезпечують середній рівень захисту.

Клас D: Вогнестійкість протягом 30 хвилин. Конструкції з цим класом мають нижчий рівень захисту.

Важливо враховувати, що вимоги до вогнестійкості можуть відрізнятися залежно від типу будівлі, її призначення і місцевих будівельних норм. Для отримання точної інформації про вогнестійкість будівельних конструкцій, рекомендується звернутися до відповідних будівельних нормативів і консультуватися з кваліфікованими фахівцями у галузі будівництва та протипожежної безпеки.

Саме для запобігання ймовірним збиткам (а обчислюватися він може величезними сумами) та можливості уникнути смертельних випадків внаслідок виникнення вогнищ займання потрібна вогнезахисна обробка.

Зараз вогнезахисна обробка є необхідною умовою для будівництва будівель різних призначень.

Однією з основних вимог до будівель і споруд є збереження несучої здатності будівельних конструкцій під час пожежі. [4] [5]. Це визначено Технічним регламентом будівельних виробів, будинків і споруд, що затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 р. № 1764, та ДБН В.1.2-7-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».

Відповідно до п. 5.3 ДБН В.1.1.-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», «ступінь вогнестійкості будинку встановлюють в залежності від його призначення, категорії за

вибухопожежною та пожежною небезпекою, умовної висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку. В залежності від ступеня вогнестійкості будинку визначають класи вогнестійкості будівельних конструкцій і групи поширення вогню по цих конструкціях...» [2].

Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 26 грудня 2018 р. № 1064 затверджені нові Правила з вогнезахисту .

Правила з вогнезахисту установлюють основні вимоги щодо:

1. виконання робіт з вогнезахисту матеріалів, виробів, будівельних конструкцій та перевірки відповідності вогнезахисту;

2. забезпечення експлуатаційної придатності вогнезахисних покривів (просочування, облицювання) та виробів. [1].

Важливим чинником, який характеризує пожежну безпеку будівель та будівельних конструкцій, є вогнестійкість, тобто здатність будівельних конструкцій і елементів зберігати свою несучу та огорожувальну здатність, а також чинити опір поширенню вогню.[6]

При цьому розрізняють поняття ступеня вогнестійкості для будівель та межі вогнестійкості для будівельних конструкцій і елементів.

Ступінь вогнестійкості – нормована характеристика вогнестійкості будинків і споруд, що визначається межами вогнестійкості їх основних будівельних конструкцій та межами поширення вогню по цих конструкціях відповідно. Ступінь вогнестійкості будинку встановлюють залежно від його призначення, категорії з вибухопожежної та пожежної небезпеки, висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку.

Межа вогнестійкості є показником вогнестійкості конструкцій, вона визначається часом (у хвилинах) від початку вогневого випробування конструкції за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції:

- втрати несучої здатності (визначається літерою R);
- втрати цілісності (визначається літерою E);

- втрати теплоізолювальної здатності (визначається літерою I).

Значення меж вогнестійкості будівельних конструкцій визначають шляхом випробувань за [7]. За цим же документом визначають стандартний температурний режим, тобто режим змінювання температури протягом певного часу при випробуваннях конструкцій на вогнестійкість.

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності (R) є обвалення зразка або виникнення граничних деформацій.

Граничним станом за ознакою втрати цілісності (E) є стан, за якого виконується одна з наступних умов:

- загоряння або тління зі свіченням ватного тампона, що піднесений до необігрівальної поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 до 30 мм протягом проміжку часу від 10 до 30 сек.;
- виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на відстань не менше 150 мм;
- виникнення тріщини (або отвору), через яку можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм;
- полум'я на необігрівальній поверхні зразка спостерігається протягом проміжку часу не менше ніж 10 сек.

Граничним станом за ознакою втрати теплоізолюючої здатності (I) є перевищення середньої температури на необігрівальній поверхні зразка над початковою середньою температурою цієї поверхні на 140 °С або перевищення температури в довільній точці необігрівальної поверхні зразка над початковою температурою в цій точці на 180 °С.

Показником здатності будівельної конструкції поширювати вогонь є межа поширення вогню (визначається літерою M), яку визначають за методом, наведеним у [8]. За межею поширення вогню будівельні конструкції підрозділяють на три групи:

- M0 (межа поширення вогню дорівнює 0 см);

- M1 (M < 25 см – для горизонтальних конструкцій; M < 40 см – для вертикальних конструкцій);
- M2 (M > 25 см – для горизонтальних конструкцій; M > 40 см – для вертикальних конструкцій).

Будівлі різного ступеня вогнестійкості класифікуються у залежності від того, які будівельні конструкції і з яким вогнезахистом у них застосовуються, відповідно до [8] (табл. 1).

Від впливу високих температур при прогріві перетинів залізобетонних елементів виникають температурні напруги, змінюються фізико-механічні властивості бетону й арматурної сталі, зменшується працездатний перетин елемента внаслідок прогріву поверхневих прошарків бетону до критичних температур. Після охолодження бетон, прогрітий до критичної температури, не відновлює міцнісні і деформативні властивості.

Несуча спроможність залізобетонних конструкцій після вогневого впливу знижується внаслідок зміни міцнісних властивостей бетону й арматурних сталей, порушення спільної роботи матеріалів, що складають конструктивний елемент, а також внаслідок появи температурних напруг у перетинах конструкцій у результаті нерівномірного прогріву.

Таблиця 1 — Класифікація будівель за ступенем вогнестійкості

| Ступінь вогнестійкості | Конструктивні характеристики |
|------------------------|---|
| I, II | Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. |
| III | Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати |

| | |
|------|--|
| | дерев'яні конструкції, які захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1, Г2. До елементів покриттів не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку. |
| IIIa | Будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем груп горючості Г1, Г2. |
| IIIб | Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з деревини, яка зазнала вогнезахисної обробки. Огороджувальні конструкції виконують із застосуванням деревини або матеріалів на її основі. Деревина та інші матеріали груп горючості Г3, Г4 огороджувальних конструкцій мають бути піддані вогнезахисній обробці або захищені від дії вогню та високих температур. |
| IV | Будинки з несучими та огороджувальними конструкціями з деревини або інших горючих матеріалів, захищених від дії вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими, плитними матеріалами. До елементів покриттів не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку. |
| IVa | Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з |

| | |
|---|--|
| | утеплювачем груп горючості Г3, Г4. |
| V | Будинки, до несучих і огорожувальних конструкцій яких не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню. |

Як показує практика дослідження пожеж, будівельні елементи конструкцій жодного будинку не можуть відповідати нескінченно довго трьом умовам пожежостійкості одночасно, тобто:

- 1) зберігати достатню несучу спроможність в умовах вогневого впливу не обвалюючись;
- 2) бути придатним до повторної нормальної експлуатації в будинку після ремонту конструкцій, ушкоджених вогнем;
- 3) мати задовільну вогнезатримуючу спроможність при мінімальній витраті вогнезахисних матеріалів.

Вогнезахисна обробка є обов'язковою і в місцях великого скупчення людей, таких як, будівлі вокзалів, аеропортів, торгово-розважальні центри, стадіони, спортивні комплекси. Особливо важливою є вогнезахисна обробка на пожежонебезпечних об'єктах нафтовидобувної та атомної промисловості, оскільки виникнення пожежі на них може призвести до екологічної катастрофи.

Не застраховані від пожежі також житлові та виробничі приміщення. Пожежа на виробництві – це не лише гігантські збитки, а й невиконані замовлення, втрата довіри замовника. І відновити виробництво після пожежі буде непросто і спричинить колосальні матеріальні та тимчасові витрати. Тому вогнезахисна обробка необхідна будь-якому об'єкті.

1.2 Методи підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій в сучасних умовах експлуатації

Сьогодні в Україні триває війна. Російським агресором руйнуються споруди, житлові будинки, об'єкти інфраструктури. Але незабаром, коли ми переможемо, наша Держава перетвориться у будівельний майданчик, де питання протипожежної безпеки будуть чи не головними на усіх етапах будівництва. Бо слова з нормативних документів, наукових статей та проектів, статистичних довідок про потенційну загрозу терористичних актів та цілеспрямованих пожеж перетворилися для нашої країни в трагічну реальність. [9].

Вогнезахист будівельних конструкцій та споруд треба починати з чистого листа з жорстким дотриманням вимог нормативних документів, стандартів та досвіду, який ми набудемо у цій війні.

Пожежі та їх наслідки, наприклад, в Будинку Профспілок (2014 р), на нафтобазі «БРСМ-Нафта» (2015 р), в дитячому таборі м. Одеси (2017 р), неодноразові пожежі на складах боєприпасів Міністерства оборони (2014 – 2015 рр.) свідчать про те, що в даний час вогнезахист об'єктів будівництва, які мають стратегічно важливе значення, не є пріоритетним напрямком розвитку пожежної безпеки держави. При цьому, на українському ринку присутні практично усі типи вогнезахисних матеріалів, що використовуються у світовій практиці. [10].

Заходи протипожежного захисту поділяються на дві основні групи – активні та пасивні.

Активними засобами вогнезахисту є адресно-аналогові системи організації пожежі: системи пожежної сигналізації, автоматичні системи пожежогасіння – водозрошувальні установки та автоматичні системи димовидалення.

Автоматичні системи об'ємного пожежогасіння дозволяють безпосередньо впливати на вогнище загоряння у самому його зародженні. Системи працюють на принципі ручного, електричного та пневматичного

пуску. Мабуть, найнадійніші сьогодні системи, які приводяться в дію пожежними датчиками (на нагрівання та задимленість) та забезпечують

Пасивний вогнезахист – захист будівельних конструкцій (дерев'яних, залізобетонних та металоконструкцій) і комунікацій спеціальними вогнезахисними матеріалами (фарбами, штукатурками та ін.) і виробами з метою підвищення стійкості до руйнівних факторів пожежі (полум'я, температура, продукти згоряння тощо).

В першу чергу, вони засновані на використанні матеріалів, що запобігають займанню та перешкоджають поширенню вогню, що підвищують вогнестійкість металевих будівельних споруд, інженерних систем та конструкцій з деревини, бетону, залізобетону.

Найбільш прості в реалізації способи підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій і елементів внутрішнього оздоблення засновані на просоченні поверхонь, що захищаються спеціальними вогнезахисними складами (просочення, фарби і лаки) і вогнестійкими штукатурками.

Антипіренові просочення (наприклад, солі борної кислоти, солі фосфорної і кремнієвої кислот: діамоній фосфат, амофос, сірчаноокислий аммат) перешкоджають горінню і тління матеріалу, що захищається. Просочення призначені в основному для обробки деревини та тканин.

На відміну від просочення, лаки та фарби не проникають у структуру матеріалу, а створюють вогнезахисне покриття. Рекомендована товщина шару фарби - щонайменше 200 мкм. Як основа під фарбу можуть використовуватися вогнестійкі герметики, пасти, шпаклівки та штукатурні розчини на основі рідкого скла, будівельного гіпсу, глиноземистого цементу і т.п. Товщина шару вогнезахисних паст зазвичай не перевищує 0,5-1 см, штукатурок – 2-4 см.

Слід зазначити, що антипіренові просочення і лаки мають певний термін дії, тому дерев'яні конструкції після закінчення цього терміну повинні оброблятися повторно.

Непогано зарекомендували себе вогнезахисні фарби та просочення таких виробників, як Ammokote (Україна).

Продукція цього виробника використовується для обробки дерев'яних конструкцій як у самій будівлі (підвали, горища), так і зовні, металевих поверхонь (димарі, димарі), для захисту кабелів та кабельних проходів, силових коробів, синтетичних килимових покриттів (ковролін).

Також широко застосовуються вогнезахисні конструкції (екрани) або покриття на основі негорючих теплоізолюючих та теплопоглинаючих матеріалів. Вогнезахисна дія екранів ґрунтується на їх високій вогнестійкості та збереженні властивостей та структури при високих температурах. Найбільш поширені екрани на основі перліту, вермікуліту та ізоляції на основі кам'яної вати.

Спучений вермікуліт – матеріал, отриманий шляхом подрібнення та короткочасного випалення у печах природного вермікуліту.

Спучений перліт отримують шляхом подрібнення та випалу перліту, обсидіану та інших вулканічних гірських порід склоподібної будови. На основі його суміші з в'язучою речовиною отримують розчинні та бетонні суміші, з яких формують теплоізоляційні вироби (плити, шкаралупи, сегменти, цегла) або виконують теплоізоляційні, звукопоглинаючі та декоративні штукатурки.

Основний компонент кам'яної вати - волокна, одержувані з розплаву гірських порід базальтової групи. Висока якість волокон забезпечує малий коефіцієнт теплопровідності, що дуже важливо для вогнезахисних матеріалів. Оскільки температура плавлення волокон - понад 1000°C, ізоляція з кам'яної вати дозволяє довгий час стримувати поширення вогню та руйнування будівельних конструкцій. Також важливо відзначити, що завдяки хаотичному розташуванню волокон вогнезахисні вироби з кам'яної вати зберігають свою структуру навіть під впливом високих температур.

1.3 Нові тенденції технологій захисту або обробки будівельних виробів і конструкцій

Вогнезахист несучих будівельних конструкцій дозволяє вирішити, мабуть, найбільш важливу проблему - збільшити межу їхньої вогнестійкості і тим самим несучу здатність конструкцій, запобігти економічним і - що найважливіше - людським втратам.

Варто сказати, що конкретні методи пасивного вогнезахисту будівель безпосередньо залежить від матеріалів, використаних під час будівництва.

Наприклад, вогнезахист дерев'яних конструкцій має низку особливостей. Відповідно до протипожежних норм, дерев'яні будівлі, призначені для перебування в них людей, повинні бути обов'язково оброблені спеціальними вогнезахисними складами. Традиційний спосіб знизити небезпеку займання – обробка деревини вогнезахисними складами. Це найменш витратне рішення, яке широко застосовується, наприклад, у дачному будівництві.

Цегляні конструкції будинків у більшості випадків не потребують додаткового захисту: вони тривалий час можуть витримувати температуру до 900°C. У той же час вогнестійкість бетонних та залізобетонних стін, широко поширених у будівництві, залежить від ряду факторів, у тому числі від товщини захисного шару та виду теплоізоляційного заповнювача. Найбільш поширеним способом додаткового захисту є використання вогнетривких протипожежних плит на основі кам'яної вати, керамзиту, вермикуліту та перліту.

Металеві конструкції (зі сталі, чавуну та алюмінієвих сплавів) найбільш уразливі під час пожежі.

Метали погано переносять високі температури та дію вогню. Вони швидко нагріваються і знижують властивості міцності. Зокрема, фактична межа вогнестійкості сталевих конструкцій становить від 6 до 24 хв, тоді як

мінімальні значення необхідних меж вогнестійкості основних будівельних конструкцій становлять від 15 до 120 хв.

Для підвищення вогнестійкості металевих конструкцій застосовують такі традиційні методи вогнезахисту, як обробка спеціальними складами, бетонування, оштукатурювання цементно-піщаними розчинами, використання цегляної кладки.

Крім цього в практиці будівництва набувають все більшого поширення прогресивні способи, засновані на застосуванні полегшених облицювальних елементів, виготовлених з кам'яної вати, вермікуліту, гіпсу, перліту та різних комбінацій цих матеріалів (створення вогнезахисних екранів). Основна функція плит полягає в тому, щоб протягом певного часу не дозволяти нагрітися балці до критичної температури + 500°C.

Цього часу має бути достатньо для евакуації людей. Залежно від товщини захисного шару забезпечується межа вогнестійкості сталевих конструкцій від 45 до 120 хв. У даний час при будівництві практично будь-якого об'єкта комерційної нерухомості робляють вогнезахисні роботи, спрямовані на підвищення вогнестійкості тих чи інших будівельних конструкцій або на зниження пожежної небезпеки будівельних матеріалів – дерев'яних конструкцій покрівель, оздоблювальних матеріалів на шляхах евакуації та інші. Як відомо, для проведення протипожежних заходів використовуються різні типи вогнезахисних матеріалів.

Наприклад:

- вогнезахист сталевих конструкцій – вогнезахисні фарби на водній або органічній основі, штукатурні суміші (спреї), а також вогнезахисні плити;
- вогнезахист бетонних конструкцій – вогнезахисні штукатурні суміші та плити;
- вогнезахист дерев'яних конструкцій – вогнезахисні фарби та просочення;

- спеціалізовані матеріали для захисту повітроводів, проводки і т.д.

Слід розуміти, що до складових пасивного вогнезахисту відносяться абсолютно всі матеріали та вироби, застосування яких підвищує вогнестійкість будівельних конструкцій:

- теплоізоляційні вогнетривкі покриття – вогнетривкі покриття (облицювання), які не змінюють свої фізичну форму під час нагрівання та забезпечують протипожежний захист завдяки фізичним або тепловим властивостям,

- реакційноздатні вогнезахисні покриття – покриття, що реагують на підвищення температури та в результаті хімічних реакцій істотно збільшують товщину і змінюють геометричну форму (набухають), забезпечуючи протипожежний захист за рахунок теплоізоляційного ефекту.

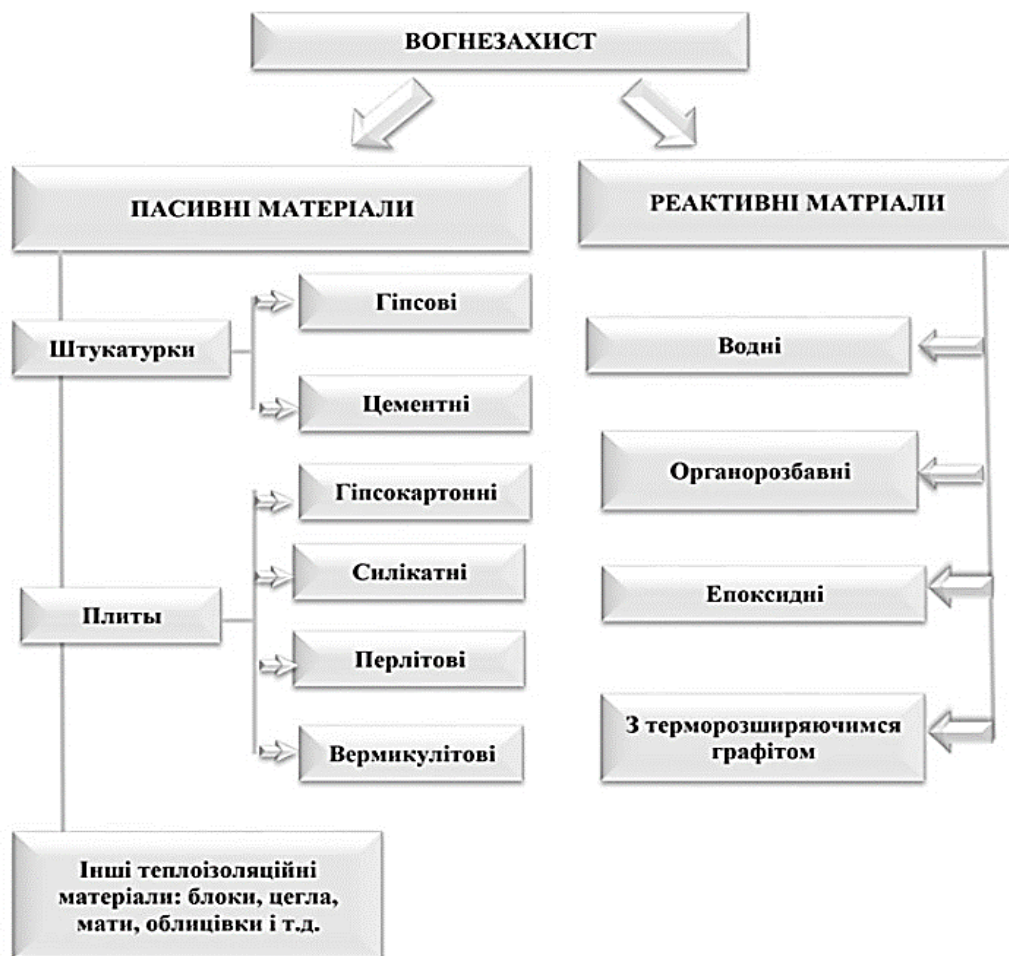


Рисунок 1. Види вогнезахисних матеріалів для вогнезахисту

В сучасному пасивному вогнезахисті найбільш поширеними матеріалами є реактивні інтумесцентні покриття (вогнезахисні фарби) на основі поліфосфатних сполук, терморозширеного графіту та інших систем, що спучуються. Ці засоби протипожежного захисту називають тонкошаровими покриттями. Вони зазвичай забезпечують клас вогнестійкості металоконструкцій R 30-60 при товщині до 1,5-2 мм, R 90-150 при товщині до 6-7 мм та в поодиноких випадках до R 180;

До обмежень застосування інтумесцентних покриттів слід віднести ту обставину, що, наприклад, в рідкісних випадках вдається забезпечити високі значення меж вогнестійкості. Крім того, ці покриття містять в своєму складі цілий комплекс хімічних речовин, продукти термолізу і горіння яких можуть під час пожежі мати негативний вплив на організм людини і навколишнє середовище. Слід також з обережністю ставитися до експлуатації таких покриттів у відкритій атмосфері навіть під навісами через ризик втрати їх працездатності в умовах підвищеної вологості.

Вогнезахисні сухі суміші (штукатурки) являють собою, як правило, цементні чи гіпсові композиції з комплексом легких та спеціальних домішок, що утворюють покриття з високою адгезією та відносно низькою густиною (400-600 кг/м³). Такі покриття мають товщину 10-50 мм в залежності від необхідного класу вогнестійкості, яка може досягати R 240;

Крім істотних показників вогнезахисної ефективності і порівняно низьку вартість матеріалу, дані будівельні суміші мають ряд інших переваг:

- поставки на об'єкт в сухому вигляді, тривалий термін зберігання;
- універсальність в застосуванні для вогнезахисту металевих, бетонних виробів і конструкцій, повітропроводів, кабельних коробів;
- відсутність шкідливих умов при нанесенні і висока продуктивність праці;

- збереження фізико-механічних і вогнезахисних здібностей покриття після короткочасної дії вогню;

- невисокі навантаження на елементи будівельних споруд

Вогнезахисні плити та листоволокнисті матеріали, які представляють собою власне конструктивні методи вогнезахисту, вогнезахисна дія яких забезпечується за рахунок теплових властивостей використовуваного матеріалу. Межа вогнестійкості сталевих конструкцій, захищених плитами та матами, може становити до 300 хв.

Вогнезахисні плити являють собою, як правило, перлітові, вермікулітові, перлітоцементні, вермікулітоцементні, мінераловатні, гіпсоволокнисті аналоги вогнезахисних штукатурних сумішей і практично ідентичні останнім по забезпечуванім межам вогнестійкості. Однак спосіб монтажу вогнезахисних плит відноситься до сухих будівельних технологій, що створює ряд переваг при виконанні робіт з вогнезахисту: не потрібно дорогого устаткування, монтаж плит проводиться в будь-який час року, а також в умовах, коли з яких-небудь технологічних або інших причин застосування мокрих технологій є неприпустимим. Крім того, у виробничому циклі відсутні етап сушіння покриття і заходи щодо його декорування, що значно скорочує тривалість вогнезахисної обробки.

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ З ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

2.1 Основні способи підвищення протипожежної безпеки будівель

Одним із головних завдань у галузі пожежної безпеки є забезпечення безпеки людей та збереження матеріальних цінностей виробництва.

До систем пожежної безпеки належать системи запобігання пожежі та попередження.

Систему запобігання пожежі складає комплекс технічних засобів та організаційних, спрямованих на захист робочого персоналу від впливу небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків від нього.

Для того, щоб досягти найбільшого захисту робочого персоналу, необхідно взяти до уваги наступні пункти:

- використовувати негорючі та важкогорючі матеріали;
- запровадити обмеження кількості використання горючих речовин та їх розміщення;
- застосовувати засоби пожежогасіння;

- застосовувати конструкції об'єктів з регламентованими межами вогнестійкості та горючістю;
- проводити евакуацію людей, у разі виникнення чи загрози пожежі;
 - застосовувати системи протидимного захисту;
 - використовувати засоби пожежної сигналізації та засоби сповіщення про пожежу;
 - організувати пожежну охорону промислових об'єктів.
 - Систему запобігання пожежі складає комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на виключення можливості виникнення пожежі.
 - Запобігання пожежі досягається шляхом:
 - усунення освіти в паливному середовищі (або внесення до неї) джерела запалювання;
 - усунення освіти пального середовища;
 - підтримкою температури пального середовища нижче максимально допустимого;
 - підтримкою в середовищі тиску нижче максимально допустимого та іншими заходами.

Усі перелічені вище заходи, складові системи попередження пожежі та запобігання пожежі, відображаються в нормах будівельного проектування та галузевих нормативних документах у вигляді відповідних нормативних вимог, та положень на основі яких розробляються ті чи інші інженерно-технічні рішення в галузі протипожежного захисту під час проектування та будівництва промислових будівель.

Вогнестійкість будівель та його елементів, а також при планувальних рішеннях усередині будівлі враховується ймовірність виникнення пожежі для даного типу виробництва.

Пожежна небезпека виробничих будівель визначається пожежною небезпекою технологічного процесу та конструктивно - планувальними рішеннями будівлі. Виходячи з пожежонебезпечних властивостей речовин та умов їх застосування або обробки будівельні норми та правила ділять усі виробництва та склади з вибухо - та пожежонебезпечності на п'ять категорій, які позначають літерами:

- А та Б – вибухопожежонебезпечні;
- В, Г і Д - пожежонебезпечні.

Категорії вибухопожежонебезпеки виробництв зазначені у нормах технологічного проектування або у спеціальних переліках виробництв, які складаються та затверджуються галузевими міністерствами [12].

Пожежна безпека будівлі значною мірою визначається ступенем її вогнестійкості, яка залежить від займистості та вогнестійкості основних конструктивних елементів будівлі.

Вогнестійкість будівельних конструкцій проявляється у здатності їх чинити опір впливу вогню або високої температури та зберігати при цьому свої експлуатаційні функції.

Вогнестійкість належить до основних характеристик конструкцій і регламентується будівельними нормами та правилами. Час, після якого конструкція втрачає несучу або огорожувальну здатність, називається межею вогнестійкості та вимірюється в годинах від початку випробувань конструкції на вогнестійкість до виникнення однієї з наступних ознак:

- поява в конструкції наскрізних отворів або тріщин, через які проникає полум'я або продукти згоряння; втрата конструкцією несучої можливості, тобто. її обвалення;
- підвищення температури на поверхні, що не обігривається конструкції в середньому більше ніж на 140 °С, або в будь-якій точці цієї поверхні більше ніж на 180 °С порівняно з температурою конструкції до

випробування, або більше ніж на 220 °С незалежно від температури конструкції до випробування.

Необхідні межі вогнестійкості конструкцій будівельних матеріалів визначаються ступенем вогнестійкості будівлі, що проектується. Ступінь вогнестійкості виробничих будівель промислових підприємств встановлюється за таблицями ДБН залежно від призначення будівлі, категорії вибухопожежонебезпеки виробництва, площі цеху чи ділянки, будівлі та наявності в ній систем пожежогасіння.

Важливе значення у забезпеченні пожежної безпеки належить протипожежним перешкодам та розривам. Протипожежні перешкоди призначені для обмеження поширення пожежі усередині будівлі. До них відносяться протипожежні стіни, перекриття, двері.

Протипожежні стіни спираються на фундамент, виготовляються з вогнетривких матеріалів і мають вогнестійкість не менше 2,5 год. Протипожежні стіни можуть підніматися над дахом, що запобігає поширенню пожежі на сусідні приміщення. Якщо будівля має вогнетривкі покриття з вогнетривким утеплювачем або вогнетривкими дахами, то протипожежні стіни не височіють над дахами.

Протипожежні двері виготовляються з вогнетривких або важкозгоральних матеріалів і повинні мати вогнестійкість не менше 1,2 год.

Протипожежні розриви між сусідніми виробничими будинками залежать від їх вогнестійкості, а для складів - від пожежної небезпеки речовин, що зберігаються, призначення складів, їх місткості та розташування. При визначенні протипожежних розривів виходять з того, що найбільша небезпека щодо можливості займання сусідніх будівель становить дію променистої енергії, тоді як контактна дія полум'я та іскор виявляється не у всіх випадках.

Успіх ліквідації пожежі на виробництві залежить насамперед від швидкості оповіщення про його початок. Тому цехи, склади та

адміністративні приміщення обладнають пожежною сигналізацією. Пожежна сигналізація може бути електрична та автоматична. Електрична сигналізація складається з сповіщувачів, які встановлені на видних місцях у виробничих приміщеннях, а також і поза ними, для того щоб пожежа, що виникла поблизу, не могла перешкоджати підходу до сповіщувача. В автоматичній пожежній сигналізації використовують датчики, що реагують на підвищення температури до певного рівня, на випромінювання відкритого полум'я дим.

Застосування тієї чи іншої сповіщувача визначається характером можливої пожежі, контрольованої площею, умовами виробництва.

2.2 Методи розрахунку вогнестійкості

Розглянемо методики розрахунку вогнестійкості на прикладі несучих металевих конструкцій.

Метали, що застосовуються в будівництві (сталь, алюміній), є негорючими матеріалами, але їхня межа вогнестійкості в природному вигляді, залежно від товщини елементів перетину і величини діючих напруг, складає від 0,1 до 0,4 год. Виняток становлять сталеві оболонки, мембранні покриття, у яких межа вогнестійкості без вогнезахисту може досягати 0,75-1 год. Основна небезпека при прогріванні металевих конструкцій полягає у тому, що вони дуже швидко втрачають міцність, при цьому стають більш пластичними, а лінійні температурні деформації викликають великі зміни розмірів, короблення і навіть руйнування конструкцій. Будівельні метали мають високу теплопровідність і невисоку температурну міцність (сталі – до 350° С, а алюмінієві сплави – до 200° С), тому їхній вогнезахист полягає в підвищенні жароміцності, а також у створенні на поверхні металевих елементів конструкцій теплоізолюючих екранів, що здатні витримати дію вогню або високих температур.

При виникненні пожежі всередині будівлі або споруди температура в зоні горіння може досягати близько 1000° С, за такої температури структура сталі незворотно змінюється. Це називається перепалом сталі.

Перепал має місце, коли температура нагріву наближається до температури плавлення і метал протягом тривалого часу перебував при високій температурі в окислювальній атмосфері кисню повітря. Відомо, що сталі - це полікристалічні тіла, що складаються з безлічі кристалів (зерен), зчеплених між собою.

Механічні властивості сталі багато в чому залежать від сили зчеплення насіння один з одним. При значному перегріві сталі спостерігається окислення та часткове оплавлення меж зерен, що різко знижує міцність матеріалу. Окислені зерна, що утворилися, стали малим взаємним зчепленням через наявність на їх межах плівки оксидів.

При цьому злам такої сталі буде каменеподібним. Даний злам представлений на рисунку 2. Перепал сталі дуже небезпечний, тому що при цьому сталь стає дуже крихкою, а механічні властивості сталі різко знижуються, тому металева конструкція втрачає свою несучу здатність. Перепал сталі дефект непоправний, усунути який можна лише переплавленням сталі. Металеву конструкцію, схильну до впливу високих температур при пожежі, згодом експлуатувати не можна.

При інтенсивному нагріванні сталевій поверхні спостерігається окалиноутворення, обезуглерожування поверхневого шару (вигорання вуглецю в поверхневому шарі металу, сприяє виникненню напруг, що розтягують, в поверхневому шарі, що знижують втомну міцність сталі) і зростання аустенітного зерна. Величина зерна, що утворився, аустеніту надалі впливає на властивості сталі. Що величина зерна аустеніту, то нижче механічні властивості сталі.

Також дуже небезпечний перепад температур по перерізу металевого каркаса споруди, що призводить до виникнення термічних напруг. Різкі

перепади температур перерізу металеві конструкції виникають при гасінні пожежі, коли на розпечену сталеву поверхню потрапляє вогнегасний засіб - вода. Так, якщо при різкому перепаді температур розтягувальні напруги в матеріалі перевищать межу міцності або межу плинності від, то можливе короблення металеві конструкції або утворення в ній тріщин.

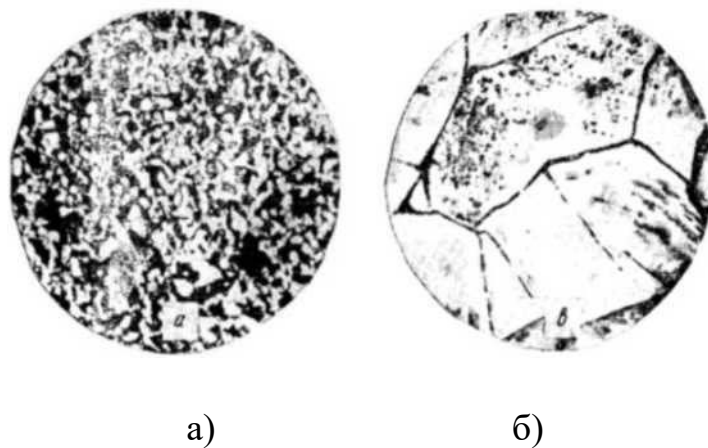


Рисунок 2 - Мікроструктура вуглецевої сталі залежно від температури нагрівання:

- а) мікроструктура сталі без перегріву;
- б) мікроструктура сталі після тривалого дії високих температур (перепал).

Слід зазначити, що з нагріванні сталі вище 300°C її межа міцності знижується. На малюнку 3 показана залежність від температури модуля пружності E , межі плинності $\delta_{\text{тр}}$, межі міцності $\delta_{\text{вр}}$ і подовження при розриві δ для маловуглецевої сталі (наприклад, Ст3 виготовляють швелери, Ст1, Ст2, Ст3 виготовляють катанку для арматури, куточки, дріт, цвяхи, заклепки, а зі Ст10, 15, 20 труби) в інтервалі $0 - 500^{\circ}\text{C}$. Як видно з наведених кривих, модуль пружності у межах зміни температури до 300°C практично не змінюється. Більш суттєві зміни зазнають величина $\delta_{\text{вр}}$ і, особливо, δ , причому має місце, як кажуть, «хрущування» сталі.

При подальшому збільшенні температури пластичні властивості сталі відновлюються, а показники міцності швидко падають. Залежність механічних властивостей маловуглецевої сталі від температури представлена на рисунку 3.

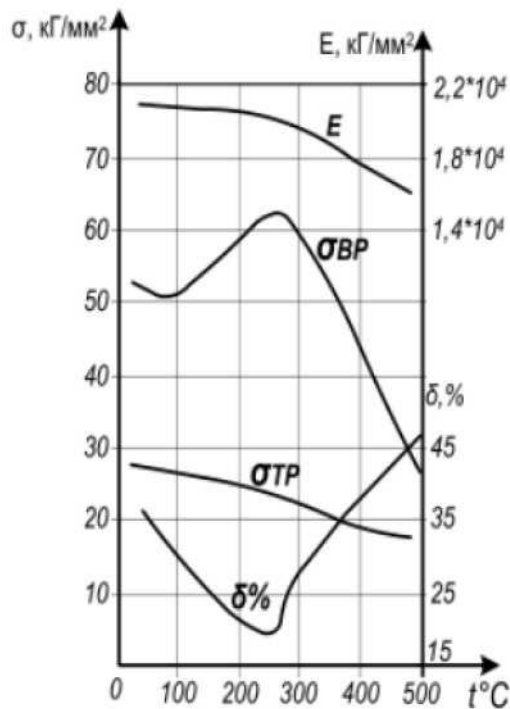


Рисунок 3 - Залежність механічних властивостей маловуглецевої сталі від температури.

Головною особливістю алюмінієвих сплавів є низька, порівняно із сталями, стійкість до нагріву. Деякі алюмінієві сплави здатні відновлювати міцність після нагрівання та охолодження, якщо температура нагрівання не перевищила 400° С.

Таким чином, найбільшою стійкістю до дії високої температури володіють низьколеговані сталі, дещо гірше вуглецеві сталі без додаткового зміцнення, ще гірше сталі, зміцнені термічним способом, найнижчою стійкістю мають сталі зміцнені наклепом, а ще нижче - алюмінієві сплави.

Поведінка металевих конструкцій за умов пожежі.

Захисні конструкції.

Найбільшу небезпеку при пожежі є утеплені огорожувальні конструкції. Аналіз пожеж у виробничих будівлях із застосуванням таких конструкцій, що захищають, показав, що покриття вигорали на значних площах (десятки тисяч м²) за 20 - 25 хв.

Особливо інтенсивно розвивалася пожежа на покрівлі при виникненні вогнища пожежі усередині будівлі. Поширення вогню по покрівельним конструкціям, що захищають, сприяє застосування рулонних гідроізоляційних матеріалів на бітумній основі. За середньо об'ємної температури 280 °С температура під профільованим настилом досягає 380° С.

При такій температурі спостерігається плавлення та займання полімерного утеплювача, його інтенсивне горіння із виділенням токсичних продуктів. Швидке зростання температури призводить до обвалення покриття вже через 7 хв після загоряння покрівлі. Найбільш швидко спалахують ділянки покрівлі, що примикають до стін будівлі, що сприяє швидкому поширенню полум'я (до 20 м/хв) по всьому покриттю. Обвалення огорожувальних конструкцій при пожежі відбувається за рахунок вичерпання несучої здатності її несучих елементів, а також з'єднань елементів конструкцій між собою та з конструкціями, що несуть покриття або каркасу будівлі.

Балки.

При дії на балку високих температур при пожежі навіть на обмежену частину її поверхні переріз конструкції швидко прогрівається до однакової температури. При цьому знижується межа плинності та модуль пружності сталі. Обвалення прокатних балок спостерігається в перерізі, де діє максимальний згинальний момент.

Руйнування конструкції може спостерігатися в зварних, болтових або заклепувальних з'єднаннях елементів складеного перерізу від дії зусиль, що

зсувають. Умови спирання балки також впливає значення її межі вогнестійкості. Закладення сталеві балки в залізобетонні або кам'яні стіни обмежує температурні деформації вздовж її довжини.

Ферми.

Вплив температури пожежі на ферму призводить до втрати несучої здатності її елементів та сполук цих елементів. При розрахунку ферми з'єднання її елементів розглядаються між собою як шарнірні, тому ферма вважається статично визначальною конструкцією.

Тому втрата несучої здатності хоча б одним елементом призводить до відмови при пожежі всієї конструкції.

Колони.

Вичерпання несучої здатності сталевих колон, що знаходяться в умовах пожежі, може настати внаслідок втрати: міцності стрижнем конструкції; міцності або стійкості елементами сполучної решітки, а також вузлів кріплень цих елементів до гілок колони; стійкості окремими гілками на ділянках між вузлами сполучної решітки у колонах наскрізних перерізів; місцевої стійкості стінки та звисів стиснутих полиць колони складеного двотаврового перерізу; загальної стійкості колони.

Колони є елементами плоских рам або просторового каркаса, шарнірно або жорстко з'єднаних з конструкціями, що спираються на них. У разі жорстких з'єднань колони з ригелем її робота залежить від поведінки конструкції ригеля при пожежі.

Арки та рами. Поведінка в умовах пожежі арок та рам залежить від статичної схеми роботи конструкції, а також конструкції перерізу їх елементів. Робота за умов високих температур суцільних складових перерізів аналогічна роботі таких самих перерізів сталевих балок і колон, а наскрізних перерізів - роботі ферм і наскрізних колон. Руйнування арок і рам може наступити через втрату несучої здатності опорних і конькових вузлів, а втрата стійкості елементів із площини конструкції - через обвалення зв'язків.

Структурні конструкції.

Елементи структурних конструкцій, що працюють на розтяг або стиск, мають невеликі перерізи і тому швидко нагріваються в умовах пожежі. Проте ці конструкції менш чутливі до ушкоджень, тобто, вихід одного або кількох елементів не призводить до обвалення всієї конструкції.

Мембранні покриття.

Мембрани відносяться до конструкцій, у яких при нагріванні відбувається зменшення зусиль до 1/10 - 1/15 її прольоту в результаті температурного розширення та температурної деформації повзучості сталі.

Тому вогнестійкість сталевої мембрани становить 0,75 - 1 год. Найбільш уразливим елементом мембранного покриття є опорний контур. Прогин мембрани, що утворився під час нагрівання, є переважно незворотним, тобто. після охолодження конструкції він мало зникає.

Варіанти методів розрахунку вогнестійкості схематично показані на рисунку4.

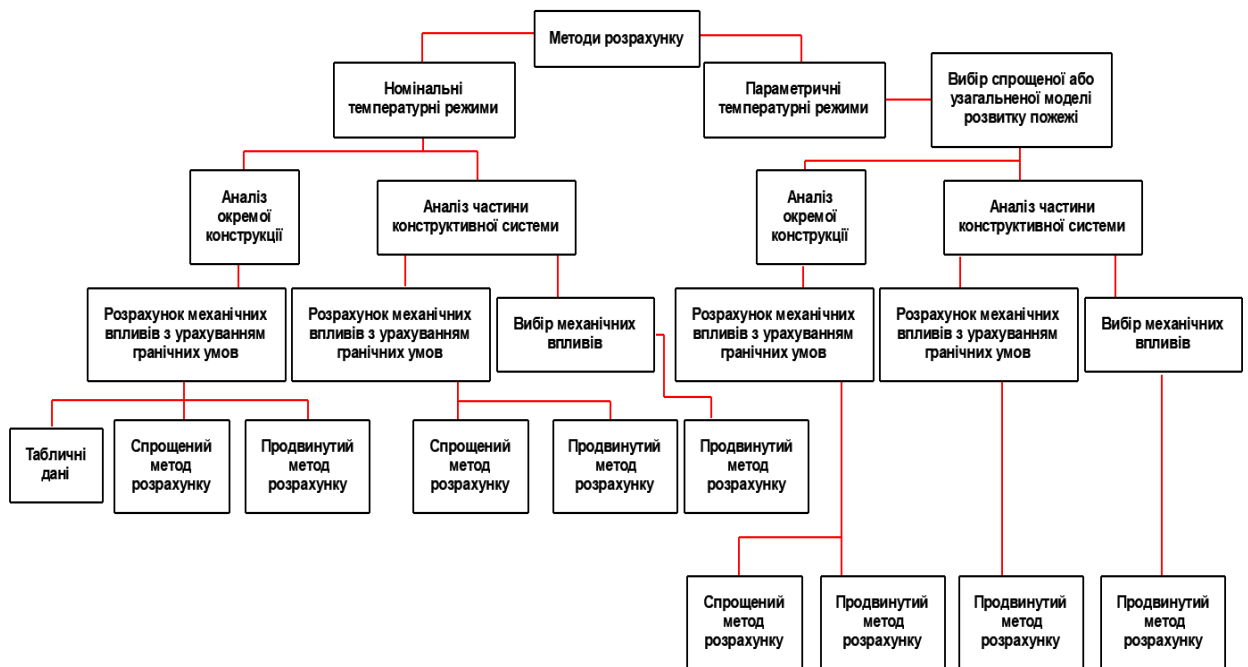


Рисунок 4 - Методи розрахунку вогнестійкості

Методи розрахунку поділяються на:

- номінальні - загальноприйняті залежності, до яких належать:
- стандартний температурний режим;
- температурний режим зовнішньої пожежі;
- температурний режим пожежі вуглеводнів;
- параметричні - залежності, визначені на основі моделей пожежі

та спеціальних фізичних параметрів, що визначають стан середовища в приміщенні під час пожежі.

Залежно від поділу розрахункової схеми на частини:

- аналіз окремої конструкції;
- аналіз частини конструктивної схеми;
- аналіз усієї конструктивної схеми.

Залежно від цього можуть застосовуватись:

- розрахунок вогнестійкості за табличними даними;
- спрощені методи розрахунку;
- уточнені (просунуті) методи розрахунку;
- випробування.

Основи сучасного розрахунку межі вогнестійкості сталевих конструкцій представлені в ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість [13].

Метод розрахунку меж вогнестійкості сталевих конструкцій з вогнезахисними покриттями викладено у Методичних рекомендаціях «Засоби вогнезахисту для сталевих конструкцій. Розрахунково-експериментальний метод визначення межі вогнестійкості несучих металевих конструкцій з тонкошаровими вогнезахисними покриттями».

Методи ведення розрахунків пожежного навантаження, втрати стійкості елементів, перерізу вказано в Єврокодi 3 Проектування сталевих конструкцій.

Результатом розрахунку є висновок про фактичну межу

вогнестійкості конструкції, у тому числі з урахуванням рішень щодо її вогнезахисту.

Для будівельних металів існує три напрямки підвищення вогнестійкості:

- 1) легування;
- 2) застосування захисних покриттів;
- 3) екранування.

Вибір конкретного типу вогнезахисного складу і матеріалу, встановлення їх сфер застосування проводяться на основі техніко-економічного аналізу з урахуванням наступного:

- величини необхідної межі вогнестійкості конструкції;
- типу конструкції, що захищається;
- виду навантаження;
- температурно-вологісних умов експлуатації і виробництва монтажних робіт;
- ступені агресивності навколишнього середовища по відношенню до вогнезахисного матеріалу і матеріалу конструкції;
- збільшення навантаження на конструкцію за рахунок маси вогнезахисту;
- трудомісткості монтажу вогнезахисту;
- естетичних вимог до конструкції, техніко-економічних показників.

2.3 Алгоритм дій під час виконання робіт з вогнезахисту в сучасних умовах експлуатації

1. Визначення ступеню вогнестійкості будівлі;

2. Визначення класів вогнестійкості будівельних конструкцій для даного ступеню вогнестійкості будівлі;

3. Аналіз умов проведення вогнезахисних робіт, експлуатації вогнезахисного покриття, побажань замовника за видами вогнезахисних матеріалів та інших факторів;

4. Підбір вогнезахисного матеріалу відповідно до нормативних, естетичних, економічних та інших умов;

5. Розробка проекту проведення вогнезахисних робіт;

6. Вогнезахисна обробка будівельних конструкцій;

7. Здача-приймання виконаних вогнезахисних робіт;

8. Утримання (підтримка експлуатаційної придатності) вогнезахисту в період експлуатації.

Розглянемо кожен з етапів проведення вогнезахисту.

Визначення ступеня вогнестійкості будівлі.

Ступінь вогнестійкості будівлі - це характеристика його пожежної безпеки, яка полягає в здатності будівельних конструкцій та елементів будівлі зберігати свою несучу і огорожувальну здатність, а також чинити опір поширенню вогню.

Необхідні мінімальні значення меж вогнестійкості будівельних (сталевих) конструкцій для різних ступенів вогнестійкості будівель наведені в ДБН В.1.1-7: 2016 та інших національних нормах на проектування будівель різного функціонального призначення та поверховості, наприклад, ДБН В.2.2-24, ДБН В. 2.2-15 та ін.

Всі будівлі і споруди поділяються на вісім ступенів вогнестійкості, які встановлюються в залежності від призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою будівлі, його висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку.

Одним із найважливіших параметрів пожежної безпеки будівель, споруд та інженерних комунікацій є межа їх вогнестійкості. Даний показник

виражається періодом часу, протягом якого конструкція набуває ознак граничних станів, що нормуються, в умовах пожежі, а саме:

- втрата несучої здатності (позначається R, вказується у хвилинах);
- порушення цілісності (E, хв.);
- втрата теплоізоляційних характеристик (I, хв.);

Таблиця 2 - Ступінь вогнестійкості будівель і класи вогнестійкості будівельних конструкцій [8].

| Ступінь вогнестійкості | Стіни | | | | Колони | Сходові площадки, косоури, сходи, балки, марші сходових кліток | Перекриття міжповерхові (в т.ч. горіщні та над підвалами) | Елементи суміщених покриттів | |
|------------------------|---------------------------|------------|--------------------|----------------------------------|----------|--|---|------------------------------|--------------------------|
| | Несучі та сходових кліток | Самонесучі | Зовнішні ненесучі | Внутрішні ненесучі (пелегополки) | | | | плити, настили, прогони | Балки, ферми, арки, рами |
| I | REI 150 M0 | REI 90 M0 | E 30 M0 | EI 30 M0 | R 150 M0 | R 60 M0 | REI 60 M0 | RE 30 M0 | R 30 M0 |
| II | REI 120 M0 | REI 60 M0 | E15 M0 | EI 15 M0 | R 120 M0 | R 60 M0 | REI 45 M0 | RE 15 M0 | R 30 M0 |
| III | REI 120 M0 | REI 60 M0 | E15, M0 E30, M1 | EI 15 M1 | R 120 M0 | R 60 M0 | REI 45 M1 | Не нормуються | |
| IIIa | REI 60 M0 | REI 30 M0 | E15 M1 | EI 15 M1 | R 15 M0 | R 60 M0 | REI 15 M0 | RE 15 M1 | R 15 M0 |
| IIIб | REI 60 M1 | REI 30 M1 | E15, M0 E30, M1 | EI 15 M1 | R 60 M1 | R 45 M0 | REI 45 M1 | RE 15, M0 RE 30, M1 | R 45 M1 |
| IV | REI | REI | E15 | EI 15 | R 30 | R 15 | REI 15 | Не | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----------------|--------------|-----------|-------------|------------|------------|--------------|----------------|------------|
| | 30 M1 | 15 M1 | M1 | M1 | M1 | M1 | M1 | нормуються | |
| IVa | REI 30 M1 | REI 15 M1 | E15 M2 | EI 15 M1 | R 15 M0 | R 15 M0 | REI 15 M0 | RE 15 M2 | R 15 M0 |
| V | Не нормуються | | | | | | | | |

Визначення класів вогнестійкості будівельних конструкцій для даного ступеню вогнестійкості будівлі

Основні цілі нормування класів вогнестійкості будівельних конструкцій полягають у:

- встановленні вимог до вогнестійкості протягом заданого, але обмеженого проміжку часу, коли можуть бути здійснені необхідні евакуаційні і пожежно-рятувальні заходи;
- встановленні вимог до вогнестійкості основної конструкції, при якій вона не втратить свої основні функціональні характеристики в разі повного згоряння всіх горючих матеріалів, без участі пожежно-рятувальних підрозділів.

У ДБН В.1.1-7:2016 зазначено, що клас вогнестійкості окремих будівельних конструкцій може бути уточнений у відповідних нормативних документах відповідно до типу будівель. При цьому для будівельних конструкцій, які мають нормовану межу вогнестійкості більше 60 хв, дозволяється знижувати межу вогнестійкості на 30 хв, якщо це передбачено будівельними нормами за типами будівель і споруд. [8]

Аналіз умов проведення вогнезахисних робіт, експлуатації вогнезахисного покриття, побажань замовника за видами вогнезахисних матеріалів та інших умов.

Перед тим як вибрати вогнезахисний матеріал для об'єкта вогнезахисту і приступити до проектування і подальшого застосування необхідно визначитися з цілою низкою чинників:

– який клас вогнестійкості нормується для тієї чи іншої будівельної конструкції і які види вогнезахисних матеріалів можуть його забезпечити відповідно до документів про відповідність - сертифікату відповідності, протоколу випробувань, документу, що підтверджує розрахунок вогнестійкості будівельної конструкції з елементами вогнезахисту;

– які будуть умови застосування і подальшої експлуатації вогнезахисного покриття - температура навколишнього середовища і відносна вологість повітря, ступінь підготовки поверхні під вогнезахист та ін;

– якою буде вартість вогнезахисного матеріалу і робіт по його застосуванню на одиницю площі будівельної конструкції;

– побажання замовника проведення вогнезахисту об'єкту будівництва в питаннях вибору виду вогнезахисних матеріалів - вогнезахисні фарби, штукатурки, плити і т.д.

Підбір вогнезахисного матеріалу згідно нормативних, естетичних, економічних та інших умов.

Даний етап включає підбір вогнезахисного матеріалу зі списку дозволених до застосування для даного виду будівельної конструкції (балкові конструкції, колони і т.д.), виходячи з аналізу умов попереднього пункту.

Слід зазначити, що дозволеними до застосування вогнезахисними матеріалами вважаються матеріали, що мають документи оцінки відповідності України (сертифікати відповідності, протоколи випробувань, документів, які підтверджують вогнестійкість будівельної конструкції з елементами вогнезахисту методом математичного розрахунку), Регламенти робіт з вогнезахисту (документ, який відповідно до Правил вогнезахисту включає в себе порядок застосування вогнезахисного матеріалу) та інші документи дозвільного характеру для безпечного застосування того чи іншого матеріалу.

Розробка проекту проведення вогнезахисних робіт.

Проектування вогнезахисної обробки виконується організацією, що має фахівців з інженерно-будівельного проектування в частині дотримання вимог пожежної безпеки відповідного класу відповідальності будівель. Проектування може бути виконано як в складі проектно-кошторисної документації на весь об'єкт в цілому, так і на окремо взяті конструкції, які підлягають вогнезахисту. Проект розробляється на підставі архітектурно-планувального рішення з урахуванням напружено-деформованого стану будівельних конструкцій і можливого впливу пожежі, а також на підставі регламенту на вогнезахисний засіб, що застосовується. Проектовані вогнезахисні матеріали повинні відповідати сфері застосування засобу вогнезахисту і умов експлуатації отриманого покриття.

Вогнезахисна обробка будівельних конструкцій.

Основним документом в Україні, який регламентує роботи з вогнезахисту будівельних конструкцій, є «Правила з вогнезахисту».

У загальному вигляді роботи по підвищенню межі вогнестійкості сталевих конструкцій до нормованих значень складаються з декількох основних етапів:

1. Підготовка поверхні металоконструкцій для подальшої вогнезахисної обробки;
2. Підготовка вогнезахисного засобу до використання;
3. Нанесення вогнезахисного засобу на конструкцію (фарбування, облицювання, оштукатурювання);
4. Обробка отриманої вогнезахисної поверхні - нанесення декоративно-захисних шарів (при необхідності);
5. Здача-приймання виконаних робіт;
6. Заходи з підтримки вогнезахисного покриття в належному технічному стані протягом всього терміну експлуатації.

Роботи з вогнезахисної обробки будівельних конструкцій в обов'язковому порядку виконуються спеціалізованою організацією, яка має

ліцензію на право проведення даних видів робіт. Вогнезахисні роботи виконуються на підставі проекту проведення вогнезахисних робіт і вимог Регламенту робіт з вогнезахисту, в якому повинні бути встановлені область і порядок застосування матеріалу, терміни і умови його експлуатації, порядок утримання і заміни (повторного вогнезахисної обробки), а також безпечні умови праці і вимоги з охорони навколишнього природного середовища при його застосуванні.

Здача-приймання виконаних вогнезахисних робіт.

Відповідно до вимог «Правил з вогнезахисту» здача-приймання виконаних вогнезахисних робіт (перевірка відповідності вогнезахисту) проводиться після завершення виконання робіт з вогнезахисної обробки. Для цього замовник робіт створює комісію, і що не менш важливо - самостійно визначає її склад! До складу комісії входять в обов'язковому порядку представники замовника і виконавця робіт. Також можуть залучатися (за згодою) представники проектної організації, виробника вогнезахисного матеріалу, пожежної інспекції та органів оцінки відповідності (третья сторона)

При проведенні перевірки відповідності вогнезахисту перевіряються якість виконання робіт, їх відповідність вимогам проектної документації та Регламенту робіт з вогнезахисту, а також іншим нормативно-технічним документам.

Якість виконання робіт перевіряється шляхом:

- проведення зовнішнього огляду вогнезахисного покриття на відсутність пропусків, рівномірність нанесення і т.д .;
- проведення вимірювання товщини вогнезахисного покриття;
- інші лабораторні методи досліджень (за рішенням замовника)

Результати роботи комісії, за відсутності порушень, оформляються актом перевірки відповідності вогнезахисту, який зберігається на об'єкті будівництва протягом всього терміну експлуатації вогнезахисного покриття.

Перевірка вогнезахисту.

Під час проведення перевірки відповідності вогнезахисту перевіряються відповідність вогнезахисту вимогам проектної документації, регламенту, нормативно-технічним документам та якість виконаних робіт.

Алгоритм дій під час перевірки вогнезахисту:

1. Замовник робіт створює комісію.
2. Комісія перевіряє якість робіт.
3. Виконавець робіт (суб'єкт господарювання, який виконував роботи з вогнезахисної обробки) оформлює акт перевірки відповідності вогнезахисту (далі — Акт).
4. Акт підписується членами комісії.

Виконавець робіт зберігає акт протягом усього строку експлуатації вогнезахисного покриття (просочення, облицювання) та виробу.

До складу комісії з перевірки відповідності вогнезахисту, яку створює замовник робіт:

- входять представники замовника (голова комісії) та виконавця робіт;
- можуть залучатися (за згодою) представники:
 - проектної організації;
 - виробника або уповноваженого представника;
 - центрального органу виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки;
 - органу з оцінки відповідності, який має атестат акредитації, виданий Національним агентством з акредитації України (далі — орган з оцінки відповідності);
 - представники служб пожежної безпеки (на об'єктах, де відповідно до ч. VII ст. 61 Кодексу цивільного захисту України створено такі служби).

Комісія створюється протягом п'яти робочих днів після одержання замовником повідомлення від виконавця робіт про закінчення робіт. Процедура та тривалість роботи комісії визначаються замовником робіт.

Якість виконаних робіт перевіряється шляхом:

- проведення зовнішнього огляду вогнезахисного покриття (просочування, облицювання) на відсутність пропусків, рівномірність покриття (просочування, облицювання), систем кріплення або клейових з'єднань на їх надійність;

- проведення вимірювання товщини вогнезахисного покриття (облицювання) через кожні 15–20 м довжини об'єкта вогнезахисту, але не менш ніж у 10 рівновіддалених точках;

- застосування експрес-методу для вогнезахисного просочення.

За рішенням замовника робіт проводяться лабораторні випробування вогнезахисту (коефіцієнт спучення для вогнезахисних фарб (лаків)).

За відсутності порушень результати роботи комісії оформлюються актом, який готується виконавцем робіт.

Алгоритм дій у разі виявлення недоліків під час перевірки вогнезахисту:

1. Члени комісії викладають зауваження, пропозиції із зазначенням виявлених дефектів.

2. Представники органів з оцінки відповідності готують відповідні документи згідно з чинним законодавством.

3. Виконавець робіт у строки, визначені комісією, усуває виявлені дефекти та повідомляє про це замовника робіт і членів комісії.

4. Після усунення недоліків комісія підписує акт, який далі зберігає виконавець робіт.

До Акта перевірки додаються:

копії:

- проектної документації;

- регламенту;
- акти:
- визначення вологості деревини (для вогнезахисту дерев'яних конструкцій та виробів, за наявності);
- визначення точки роси (для металевих та залізобетонних конструкцій, за наявності);
- про закриття прихованих робіт (за наявності прихованих робіт, за наявності).

Кількість примірників акта перевірки відповідності вогнезахисту має відповідати кількості членів комісії.

Рекомендації щодо контролю якості виконання вогнезахисних робіт.

Перевірка відповідності виконаних вогнезахисних робіт до проектної документації здійснюється згідно з вимогами розділу IX «Правил з вогнезахисту», затверджених наказом МВС України № 1064 від 26.12.2018 р. Контроль якості виконаних вогнезахисних робіт в літній період здійснюється не менше ніж через 10-14 днів після нанесення останнього шару вогнезахисного засобу, а у зимовий період не менше ніж через 18-21 день.

В загальному випадку перевірка здійснюється у три етапи:

- 1) вивчення проектної та комплексу виконавчої документації;
- 2) візуальний контроль за об'єктом вогнезахисту;
- 3) перевірка товщини вогнезахисного покриття із застосуванням контрольно-вимірювальних приладів.

Утримання (підтримка експлуатаційної придатності) вогнезахисту в період експлуатації.

Протягом всього терміну експлуатації вогнезахисного покриття необхідно здійснювати заходи з підтримки покриття у відповідному технічному стані. Для цього організація, яка експлуатує об'єкт будівництва, на якому виконані роботи з вогнезахисту, призначає відповідального за підтримку вогнезахисного покриття в належному стані.

Відповідальна особа здійснює нагляд за технічним станом вогнезахисного покриття відповідно до вимог проекту з вогнезахисту і регламенту робіт. У разі виявлення пошкоджень вогнезахисного покриття вживаються заходи з відновлення вогнезахисного покриття, його ремонту або заміні.[14]

2.4 Дослідження впливу експлуатаційних факторів на стійкість вогнезахисних покриттів

Під час пожежі вогнезахисний засіб в залежності від виду виконують різні захисні властивості: є захисним шаром на поверхні матеріалів, поглинають тепло в результаті розкладання, виділяють інгібіторні гази, вивільняють воду, прискорюють утворення коксового шару на поверхні матеріалу. Таким чином,

вогнезахисний засіб шляхом теплоізоляції зберігають характеристики міцності металу, і за рахунок зниження температури горіння і виділення газів (інгібіторів) перешкоджають поширенню вогню.

На основі вивчення вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій та проведеного патентного аналізу,

запропоновано класифікацію вогнезахисних засобів для металевих конструкцій:

1. За характером умов експлуатації вогнезахисного засобу:

1) у закритому приміщенні (обмежена температура та вологість повітря приміщень, відсутня агресивне середовище);

2) на відкритому повітрі (широкий діапазон температури та вологості середовища,

стійкість до УФ випромінювання та опадів);

3) у спеціальних умовах (стійкість до агресивних середовищ: кислоти, луги, олії, бензин та ін.);

4) Універсальні.

2. За характером поведінки вогнезахисного засобу під час пожежі: ті, що не спучуються і спучуються.

Вогнезахисні фарби (покриття), що спучуються, являють собою композиційні матеріали, що включають в себе полімерне в'язуче і наповнювачі (антипірени, газоутворювачі, жаростійкі речовини і стабілізатори спіненого вугільного шару) [15]. При нагріванні вони розкладаються навколо конструкції, що захищається з поглинанням тепла, відбувається виділення інертних газів і парів, які заміщають атмосферний кисень і блокують конвективне перенесення тепла до поверхні, що захищається, пригнічуючи полум'я поблизу шару покриття, зменшують радіаційний потік тепла і уповільнюють процес горіння. Покриття, що спучуються у своєму складі мають компоненти, які є джерелом утворення спіненого вугільного шару, поступово закоксовуючись, стаючи жорстким. Спінений шар, володіючи низькою теплопровідністю, виконує функцію теплозахисного екрану, який уповільнює поширення тепла по конструкції, що захищається, а також її прогрів, внаслідок чого захищені конструкції значно пізніше потрапляють у область критичної температури.

1. По товщині вогнезахисного покриття:

1) тонкошарове вогнезахисне покриття (покриття, що спучується, фарба).

Спосіб вогнезахисту будівельних конструкцій заснований на нанесенні спеціальних лакофарбових складів з товщиною сухого шару, що не перевищує 3 мм, що збільшують її багаторазово при нагріванні;

2) Конструктивний вогнезахист. Спосіб вогнезахисту заснований на створенні теплоізоляційного шару засобу вогнезахисту.

До конструктивного вогнезахисту відносяться товстошарові напилювані склади, вогнезахисні обмазки, штукатурки, облицювання плитними, листовими та іншими вогнезахисними матеріалами, в тому числі на каркасі, з повітряними прошарками, а також комбінації даних матеріалів, у тому числі з тонкошаровими;

3) Комбінований спосіб вогнезахисту. Поєднання різних способів вогнезахисної обробки [16].

Існує більш ніж 300 найменувань різних засобів вогнезахисту. Кожен спосіб вогнезахисту має свої переваги та недоліки, вони наведені в таблиці 5.

Таблиця 3 Переваги та недоліки застосовуваних способів вогнезахисту будівельних конструкцій

| Спосіб вогнезахисту | Переваги способу вогнезахисту | Недоліки способу вогнезахисту |
|--|--|---|
| Бетонування, оштукатурювання, обкладка цеглою. | Відносно низька вартість матеріалів. Довговічність. Доступність. | Велика маса. Необхідність застосування сталеві сітки та (або) анкерування. Складність робіт на висоті. Висока трудомісткість. Неможливість захисту важкодоступних місць |
| Установка плит з пористих або волокнистих матеріалів | Низький рівень маси. Підвищена вібростійкість та довговічність за рахунок механічного кріплення до конструкції. | Великий рівень товщини вогнезахисту. Високий рівень паропроникності. Можливе виникнення вогнищ корозії під |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>Технологічність та відносно низька трудомісткість.</p> | <p>укривним шаром. Неможливість захисту важкодоступних місць конструкції. Складність проведення робіт на висоті</p> |
| <p>Застосування складів на основі рідкого скла</p> | <p>Відносно низька трудомісткість</p> | <p>Низька вібростійкість покриття при великій кількості шарів. Важкість забезпечення та контролю заданих товщин покриття. Велика за часом тривалість нанесення та сушіння покриття. Неможливість паралельного проведення інших робіт. Великі технологічні втрати при нанесенні.</p> |

3 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СТУПЕНЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ НА ЕКСПЛУАТУЮЧИХСЯ ОБ'ЄКТАХ

3.1 Методи підвищення вогнестійкості несучих конструкцій будівель та споруд

Основними матеріалами, з яких виготовляються будівельні конструкції, є сталь, бетон (залізобетон) і деревина. Кожен із цих матеріалів у незахищеному вигляді має межі вогнестійкості.

Металоконструкції у незахищеному вигляді характеризуються найменшими показниками вогнестійкості. Цей показник залежить від показника наведеної товщини металу: при товщині 5 мм, межа вогнестійкості становить 9 хвилин, при товщині 15 мм - 18 хвилин. Нормативна документація допускає використання конструкцій із незахищеного металу у випадках, коли вимоги до них за межею вогнестійкості R, E, I не перевищують 15 хвилин. В інших випадках для підвищення межі вогнестійкості металу має виконуватися вогнезахисна обробка.

Дерев'яні конструкції, що використовуються в сучасному будівництві, зазвичай мають заводські просочення, що знижують їх горючі властивості. Проте, межі їх вогнестійкості, що визначаються з урахуванням швидкості обуглювання за умов пожежі, характеризуються низькими показниками. Сучасні конструкції з клеєної деревини мають межу вогнестійкості 30-45 хвилин.

Бетонні (залізобетонні) конструкції мають високу межу вогнестійкості, показник якої залежить від товщини захисного шару бетону та конструктивних особливостей елементів. Як правило, додаткового

вогнезахисту вимагають порожнисті та ребристі плити, тонкошарові панелі, елементи, армовані зовнішнім способом, а також конструкції, виконані з полімербетону.

Ці матеріали по-різному поведуться за умов пожежі. Наприклад, у деревині протікають процеси термічного розкладання, у результаті якого утворюється пористий кокс. При цьому знижується жорсткість та міцність конструкції. Метал під впливом високих температур перетворюється на пластичний стан. Бетон знижує свої характеристики у процесі дегідратації. Вологий бетон в умовах пожежі піддається вибухоподібному руйнуванню.

Для підвищення межі вогнестійкості конструкцій та доведення його до заданих параметрів у будівництві використовуються різні вогнезахисні матеріали. Вони дозволяють блокувати поверхню конструкції, що захищається від високотемпературного впливу вогню і зберігати її в робочому стані протягом необхідного періоду часу. Вогнезахисні покриття використовуються для обробки:

- будівельних конструкцій, межа вогнестійкості яких регламентується нормативною документацією, зокрема - колон, рам, ферм, балок, плит покриття, міжповерхових перекриттів;
- повітроводів та газоходів, до яких пред'являються відповідні вимоги; кабельних розводок, проходок через огорожувальні конструкції вогнестійкого типу;
- ємностей для зберігання нафтопродуктів, легкозаймистих та горючих рідин;

Збільшення межі вогнестійкості різних конструкцій може виконуватися конструктивними методами чи забарвленням. У тому числі використовуються:

штукатурка, оздоблення бетоном або цеглою.

Цей метод підходить для:

- конструкцій, що допускають додаткове навантаження;

- облицювання спеціальними плитами; монтаж захисних екранів;
- нанесення вогнезахисних складів поверхневого типу;
- просочування конструкцій з деревини;
- комбінація кількох методів.

До складу вогнезахисних систем можуть входити: заповнювачі, стійкі до високих температур (вермикуліт, керамзит, базальт та інші), неорганічні в'язучі (гіпс, цемент і т. д.), деякі полімерні в'язучі та добавки, що підвищують загальну опірність системи впливу вогню, що збільшують її термін служби, міцність та інші технічні характеристики. Дані матеріали можуть використовуватися окремо (наприклад, гіпс, базальтові волокна) або комбінації один з одним.

Дія покриттів типу, що спучується, на базі органічних в'язучих засноване на утворенні шару пінококса. Під впливом вогню покриття поступово вигоряє, продовжуючи працездатність конструкції. Покриття на основі мінеральних сполучних дозволяють блокувати тепловий потік за рахунок виділення маси пари з пов'язаної води, що міститься в їх складі. Цей процес уповільнює підвищення температури конструкції, що захищається.

Вогнезахисні склади типу, що спучується, на мінеральному в'язучому одночасно виділяють при нагріванні пар і збільшують свою товщину, що дозволяє протистояти впливу вогню більш ефективно. Пористі та волокнисті вогнезахисні матеріали, що мають низьку теплопровідність, монтуються конструкційним методом і здатні поглинати теплоту, не змінюючи своєї вихідної форми. Вогнезахисні матеріали композиційного типу є конструкційними елементами, що володіють, при цьому, ефектом терморозширення, що дозволяє досягти максимального ефекту підвищення вогнестійкості.

Роботи з вогнезахисту (обробка) здійснюються такими способами:

- вогнезахисне просочування (глибоке чи поверхневе);

- вогнезахисна обробка (фарбування, штукатурення, обмотування, облицювання);

- вогнезахисне заповнення.

Вогнезахисне просочування застосовується для об'єктів вогнезахисту, виготовлених з пористих матеріалів (деревина, тканина, папір). Для просочування використовують просочувальні ВЗ, які проникають (просочуються) в об'єкт вогнезахисту.

Глибоке просочування здійснюється у спеціальних ємностях (автоклавах), що герметично закриваються, в умовах вакууму та/або надлишкового тиску.

Поверхнєве просочування здійснюється способами:

- нанесення на поверхню (за допомогою пензля, щітки, валика, механічних пристроїв повітряного та безповітряного розпилювання);

- вимочування;

- «прогрів — холодна ванна» (просочування розчином готових дерев'яних виробів у спеціальних ваннах або автоклавах. Цей промисловий спосіб дозволяє досягти більшої глибини, а відтак, і якості. Вироби спочатку занурюють у гарячий розчин, а потім — у холодний).

Для фарбування застосовуються вогнезахисні фарби, лаки та пасти (обмазки), які наносяться (закріплюються) за допомогою пензля, щітки, валика, механічних пристроїв повітряного та безповітряного розпилювання та утворюють на поверхні об'єкта тонкошаровий вогнезахисний покрив.

Для штукатурення (обмазування) застосовуються вогнезахисні штукатурки або пасти (обмазки), які наносяться (закріплюються) за допомогою ручних штукатурних інструментів (шпателі, кельми, терки) та/або механічних пристроїв (штукатурні станції).

Облицювання здійснюється із застосуванням одиничних виробів або листових (рулонних) матеріалів, які закріплюються (монтуються) на поверхні

об'єкта вогнезахисту за допомогою кріпильних елементів, клейових розчинів тощо.

Способом вогнезахисного заповнення монтуються (ущільнюються) місця проходок, а також щілини та прорізи у будівельних конструкціях та місцях їх стиків.

3.2 Способи виконання робіт з вогнезахисту в залежності від матеріалу будівельних конструкцій підлягаючого обробці для підвищення вогнестійкості

Особливості вогнезахисту деревини та матеріалів на її основі

Сьогодні деревина, як і багато років тому, є одним з поширеніших будівельних матеріалів.

Найефективнішим способом вогнезахисту деревини є обробка вогнезахисними покриттями та просочення спеціальними засобами, як на рисунку 6. Використовуються спеціальні лаки, що мають низьку температуру плавлення, а при підвищеній температурі плавляться і утворюють на обробленій поверхні пористий шар, який перешкоджає доступу кисню до дерева.



Рисунок 5 Обробка деревини методом нанесення

Другий спосіб вогнезахисту полягає в зануренні елементів будівельних конструкцій у спеціальні суміші, антипірени, таким чином вводячи їх у склад матеріалу. Це забезпечує захист дерев'яних конструкцій у разі загорянь — матеріал тільки обвуглюється, але не горить. На жаль, застосувати цей вид обробки до готової споруди неможливо — для цього її доведеться розібрати на частини.

Безперечно, усі ці способи не можуть перетворити деревину на стовідсотково негорючий матеріал, але запобігають її загорянню при невеликих осередках полум'я і значно сповільнюють його поширення. Це дозволяє отримати додатковий час для порятунку людей та організації гасіння пожежі.

Особливу стурбованість при цьому викликає гасіння пожеж у горищних приміщеннях, де багато дерев'яних конструкцій, і у разі непроведення їх вогнезахисної обробки вогонь набирає масштабного розвитку.

Таблиця 4. Характеристики матеріалів для вогнезахисту дерев'яних конструкцій. [17]

| Найменування матеріалу | Тип вогнезахисного матеріалу | Показники вогнезахисної ефективності |
|------------------------|---------------------------------|---|
| <u>Ammokote WW</u> | Фарба на водній основі | I група за ГОСТ 16363-98 Групи – Г1, В1, Т1, Д2, а також ІІ та група важкогорючих матеріалів |
| <u>Ammokote WS</u> | Фарба на органічному розчиннику | I група за ГОСТ 16363-98 |
| <u>Ammokote MW-90</u> | Фарба на водній основі | |

Дерев'яні конструкції в будинках усіх ступенів вогнестійкості, крім V, повинні піддаватися вогнезахисній обробці, за винятком вікон, дверей, воріт, підлоги, стелажів. Упродовж строку експлуатації вогнезахисного покриття (просочення) мають здійснюватись заходи щодо підтримки його у відповідному технічному стані.

Необхідно зазначити, що вогнезахисну обробку деревини найчастіше проводять матеріалами з гарантією дії 2 роки. Після цього все залежить від умов. За помірної вологості без механічних пошкоджень, інших негативних впливів строк експлуатації вогнезахисного шару може бути подовжено, але щороку слід брати проби деревини та випробовувати їх у спеціальних лабораторіях. Якщо все гаразд, повторну обробку можна відкласти ще на рік, і так до втрати покриттям захисних властивостей.

Приклад матеріалу для вогнезахисту дерев'яних конструкцій

Засіб вогнебіозахисний «Аmmokote WW» виробляється ТОВ «Ковлар Груп» (м. Київ) відповідно до ТУ У 20.3-39875591-001:2015. [18]

Засіб призначений для вогнезахисту деревини та виробів з неї (деревостружкові плити, фанерні поверхні, тощо), а саме: дерев'яних елементів горищних конструкцій та покрівлі дерев'яних елементів стін, стель та інших елементів інтер'єру в громадських, житлових, виробничих, складських та інших будівлях і приміщеннях, для дерев'яних риштувань мансардних поверхів житлових будинків та дерев'яних конструкцій внутрішніх транспортерних галерей зерноскладів, а також для дерев'яних конструкцій внутрішнього обладнання вагонів, дизель- та електропоїздів та іншого рухомого складу залізниць та метро.

Технічні та фізико-хімічні характеристики засобу

Засіб є інтумесцентною фарбою, що складається з антипіренів, коксо- та газоутворювачів і наповнювачів у водній дисперсії полімеру.

Під впливом високих температур вогнезахисний покриття на основі засобу (далі - покриття) створює теплоізоляційний спінений коксовий шар,

який захищає деревину та вироби з неї від дії вогню. Покрив відноситься до реактивних тонкошарових вогнезахисних засобів.

Таблиця 5. Фізико-хімічні характеристики засобу та покриву «Аммокоте WW»

| Показник | Значення |
|---|--|
| Зовнішній вигляд засобу | Однорідна маса без грудочок, згустків і сторонніх включень, білого кольору, відтінок не нормується |
| Зовнішній вигляд покриву | Однорідне без відшарувань, здуття і включень, білого кольору, відтінок не нормується |
| Масова частка нелетючих речовин, не менше, % мас. | 50 |
| Час висихання покриву до ступеня 3, не | 2 |
| Втрата маси зразка при визначенні вогнезахисних властивостей покриття, не більше, % | 9 |

Засіб має антибактеріальні властивості та захищає деревину від біологічного руйнування, розвитку синяви, утворення цвілі та плісняви. Покрив не викликає корозії під час експлуатації при контакті зі сталевими елементами конструкцій.

Показники вогнезахисної ефективності. Згідно з сертифікатами відповідності засіб забезпечує наступні показники пожежної небезпеки дерев'яних конструкцій:

I-у групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363 - при витраті не менше 0,271 кг/м²;

групу Г1, В1, Д2, Т1 - при витраті не менше 0,375 кг/м², що дозволяє застосовувати засіб на шляхах евакуації у будинках усіх ступенів вогнестійкості за ДБН В.1.1-7;

групу важкогорючих матеріалів та матеріалів, що не поширюють полум'я по поверхні І1, а також групу Д2, Т1 - при витраті не менше 0,325 кг/м², що дозволяє застосовувати засіб для вогнезахисту внутрішнього обладнання пасажирських вагонів, дизель- та електропотягів.

Умови нанесення засобу: при температурах від +5 °С до +35 °С та відносній вологості повітря до 80%.

Умови експлуатації покриву: в критих сухих приміщеннях з природною та штучною вентиляцією (тип зовнішніх впливів Z2 за ДСТУ EN 16623) при температурах від мінус 30 °С до + 60 °С та відносній вологості повітря до 80 %.

Для підвищення вологостійкості, стійкості до дії агресивних середовищ та інших можливих зовнішніх чинників рекомендується після повного висихання покриву нанести захисні лакофарбові матеріали. Покрив із захисним шаром допускається експлуатувати під навісом або в приміщеннях, де коливання температури та вологості повітря несуттєво відрізняються від коливань на відкритому повітрі (типи зовнішніх впливів Y, W/Y, W/Z1, W/Z2, Z1, Z2 за ДСТУ EN 16623) при температурах від мінус 30 °С до + 60 °С та відносній вологості повітря до 90 %.

Строк експлуатаційної придатності покриву залежить від умов експлуатації, належного використання, відповідного догляду за покривом та становить від 10 до 25 років. При застосуванні захисних лакофарбових матеріалів строк експлуатації збільшується до 30 років.

Розрахунок витрати засобу

Витрата засобу (А, кг), без урахування технологічних втрат, для забезпечення нижченаведених показників пожежної небезпеки, становить (не менше):

0,271 кг/м² - І група вогнезахисної ефективності згідно з ДСТУ 16363;

0,375 кг/м² - групи Г1, В1, Д2, Т1 згідно з ДСТУ Б В.1.1-2, ДСТУ 8829;

0,325 кг/м² - група важкогорючих матеріалів та матеріалів, що не поширюють полум'я по поверхні І1 та групи Д2, Т1 згідно з ДСТУ 8829 .

Технологічні витрати залежать від методу нанесення, шорсткості дерев'яних конструкцій, що захищаються, та інших факторів.

Розрахунок практичної витрати засобу (m, кг/м²) з урахуванням технологічних втрат при нанесенні здійснюють за формулою:

$$m = A \times (1 + k_1 + k_2 + k_3),$$

де k_1 - коефіцієнт урахування технологічних втрат засобу в залежності від типу конструкції (табл. 2);

k_2 - коефіцієнт урахування технологічних втрат засобу в залежності від методу нанесення (для механізованих методів нанесення $k_2 = 0,2$; для ручного нанесення $k_2 = 0,1$);

k_3 - коефіцієнт урахування технологічних втрат засобу, що характеризує неоднорідність будови деревини, дефектів поверхні, внутрішніх і зовнішніх пошкоджень, якості обробки поверхні (стругані або не стругані). Максимальне значення коефіцієнта k_3 може становити 0,4.

Таблиця 6. Значення коефіцієнта k_1 для різних типів дерев'яних конструкцій

| № | Тип конструкції | k_1 |
|---|---|-------|
| 1 | Брус | |
| | Висота конструкції > 200 мм | 0,13 |
| | Висота конструкції < 200 мм | 0,15 |
| 2 | Складні різноплощинні конфігурації | |
| | Висота (середній розмір) > 300 мм | 0,13 |
| | Висота (середній розмір) < 300 мм | 0,16 |
| 3 | Об'ємні коробчасті конструкції з прямолінійними та обтічними поверхнями | |
| | Розмір перетину > 300 x 300 мм | 0,10 |
| | Розмір перетину < 300 x 300 мм | 0,14 |

Порядок застосування засобу

Вогнезахист дерев'яних конструкцій та виробів проводиться згідно з вимогами «Правил з вогнезахисту», затверджених наказом МВС України № 1064 від 26.12.2018 р [1], а також проєкта проведення вогнезахисних робіт для відповідного об'єкту вогнезахисту, розробленого згідно з вимогами цього регламенту.

Вогнезахисна обробка засобом полягає в нанесенні на поверхню деревини засобу та, за необхідності, захисного лакофарбового покриття.

Підготовка поверхні деревини перед нанесенням засобу

Поверхня дерев'яних конструкцій повинна бути очищена від забруднень, пилу, жирних плям. Деревина повинна бути сухою, без гнильних

ушкоджень, вологість дерев'яних конструкцій не повинна перевищувати 15 - 18 %. Показники вологості деревини підтверджуються відповідним актом.

Очищення дерев'яних поверхонь від бруду, старої фарби, жироподібного шару здійснюють шляхом відскоблювання скребками або іншим інструментом; видалення пилу й сміття - щітками або обдуванням стисненим повітрям. У випадку стійких забруднень їх видалення проводять струменем водного розчину миючого засобу.

Нанесення засобу на раніше вогнезахищену деревину (у тому числі з вогнезахисним просоченням) потребує погодження з виробником засобу.

Не допускається нанесення засобу на непідготовлені або підготовлені з порушеннями вимог технічної документації (проекту проведення робіт з вогнезахисту) поверхні.

Підготовка засобу до нанесення та проведення вхідного контролю

Засіб має однорідну пастоподібну консистенцію та тиксотропні властивості. Перед нанесенням, засіб необхідно ретельно перемішати у заводській тарі за допомогою електричного міксера або дреля з гвинтовою насадкою, переміщуючи насадку по всьому об'єму тари протягом 3 - 5 хв. Після перемішування засіб повинен бути однорідним без розшарувань.

Умови та способи застосування засобу

Засіб може наноситися як механізованим способом (агрегатами пневматичного або безповітряного розпилення) так і вручну за допомогою пензлів та валиків на підготовлені за п.4.1 поверхні.

Температура навколишнього середовища та поверхонь конструкцій або виробів, що захищаються, в момент підготовки та застосування засобу, а також протягом сушіння покриття повинна бути в межах від +5 °С до +35 °С, а відносна вологість повітря - не вищою 80 %.

Витрата засобу повинна бути не менше витрат, вказаних у сертифікаті відповідності (без урахування коефіцієнтів, що враховують технологічні

втрати, табл. 2) для відповідного показника пожежної небезпеки. Ця кількість засобу наноситься механізовано в 1 - 2 шари або пензлем в 2 - 3 шари.

Міжшарова сушка покриву повинна становити близько 3 годин при температурі повітря не нижче 15 °С і вологості повітря 70 %. При більш низькій температурі та підвищеній вологості повітря час міжшарової сушки збільшується.

Нанесення захисного покриття (покривного шару)

Для підвищення вологостійкості покриву, стійкості до дії агресивних середовищ або надання інших кольорових відтінків необхідно після повного висихання покриву нанести захисні лакофарбові матеріали, рекомендовані виробником засобу. Марка та витрата захисного лакофарбового матеріалу повинні бути визначені проєктом проведення вогнезахисних робіт.

Перед нанесенням покривного шару слід провести візуальний огляд вогнезахисних засобом конструкцій - покрив повинен бути сухим, поверхня покриву чистою, без тріщин і пошкоджень.

Нанесення захисного шару проводиться згідно з інструкцією по нанесенню на застосований захисний матеріал із витратою, передбаченою супровідною документацією на матеріал або проєктом проведення робіт з вогнезахисту.

Контроль якості робіт з вогнезахисту

Перевірка відповідності виконаних робіт проводиться згідно з [1] та здійснюється у три етапи: вивчення технічної документації з метою отримання вихідних даних для проведення оцінки відповідності виконаних вогнезахисних робіт; візуальний контроль; контроль із застосуванням контрольно-вимірювальних приладів.

Для перевірки відповідності вогнезахисту перевіряється наявність супровідних документів необхідних для ідентифікації засобу - сертифікати якості, копії сертифікатів відповідності з відміткою виробника про придбану кількість засобу, регламент робіт з вогнезахисту, комплект виконавчої

документації робіт з вогнезахисту (акти проміжного приймання конструкцій, акти прихованих робіт тощо).

Візуальний контроль ґрунтується на оцінці зовнішнього вигляду покриття. При огляді конструкцій, які захищені засобом, встановлюється відповідність поверхні покриття вимогам технічної документації та визначається наявність недоліків вогнезахисної обробки: необроблені місця; відшарування, здуття, осипання; сторонні плями, порушення цілісності покриття або інші пошкодження.

Контроль товщини покриття проводиться приладами неруйнівного контролю, відповідно до вимог [1]. Вимірювання товщин вогнезахисного покриття здійснюється через кожні 15 - 20 метрів довжини об'єкта вогнезахисту, але не менше ніж у 10 рівновіддалених точках. При цьому перевага повинна віддаватися ділянкам, які знаходяться в важкодоступних місцях, а їх кількість повинна бути такою, щоб отримати достовірні данні, що характеризують товщину вогнезахисного покриття на всьому об'єкті вогнезахисту.

Вимірювання товщини вогнезахисного покриття проводиться таким чином. Гострим ріжучим інструментом зрізається шар покриття розміром 1 см² і штангенциркулем або мікрометром вимірюється товщина сухого шару.

Середнє арифметичне значення виміряних товщин повинно бути не менше проєктного значення, а саме: товщина покриття для переведення деревини у І групу вогнезахисної ефективності за ДСТУ 16363 повинна бути не менше 0,2 мм, для інших показників пожежної небезпеки не менше 0,3 мм. При цьому середнє квадратичне відхилення між результатами 10 вимірювань не повинно перевищувати 10 % (у бік зменшення проєктного значення).

Вогнезахист будівельних конструкцій з металу та залізобетону.

Перед застосуванням ВЗ металеві конструкції обробляються антикорозійним покриттям (ґрунтом). Антикорозійне покриття обирається згідно з регламентом (якщо виробник ВЗ надав перелік рекомендованих для

застосування ґрунтів). Ґрунти наносяться після спеціальної підготовки поверхні металевих конструкцій. [19]

Якщо металеві конструкції раніше вже були оброблені антикорозійним покриттям, виконавець робіт отримує документи, які засвідчують марку цього антикорозійного покриття. Вогнезахист таких конструкцій проводиться ВЗ, який згідно з регламентом застосовується разом з цією маркою антикорозійного покриття. Якщо марка покриття не відповідає вимогам регламенту, воно видаляється, а на конструкцію наноситься інше відповідної марки.

Таблиця 7. Характеристики засобів для вогнезахисту металевих конструкцій:

| Найменування матеріалу | Тип вогнезахисного матеріалу | Клас вогнестійкості металоконструкцій |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| <u>Ammokote MW-120</u> | Фарба на водній основі | R 30 – R 150 |
| <u>Ammokote MW-90</u> | | |
| <u>Ammokote MW-60</u> | | |
| <u>Ammokote MS-90</u> | Фарба на органічному розчиннику | |
| <u>Ammokote GP-240</u> | Гіпсова штукатурка | R 30 – R 240 |
| <u>Ammokote FB-300</u> | Силікатна плита | R 30 – R 210 |

Перед початком робіт з вогнезахисту виконавець проводить технічний огляд стану антикорозійного покриття, визначає пошкоджені ділянки (місця порушення шару ґрунту, наявності корозії). Пошкоджені місця очищаються від іржі та відновлюються ґрунтом тієї самої марки. Після підготовки поверхні та нанесення антикорозійного покриття, технічного огляду та ремонту наявного покриття виконавець робіт складає акт про закриття прихованих робіт відповідно до [1].

Під час нанесення ВЗ температура поверхні конструкції, яку захищають, має бути вища від температури точки роси (крім ВЗ, які допускається наносити на вологі поверхні). Вимірювання для визначення точки роси проводяться безпосередньо перед застосуванням ВЗ з оформленням відповідного акта.

За особливих умов експлуатації застосованого ВЗ його додатково покривають шаром захисного матеріалу, який захищає від негативного впливу навколишнього середовища. Захисний матеріал не повинен змінювати вогнезахисні властивості застосованого ВЗ. Марка захисного матеріалу визначається відповідно до вимог регламенту.



Рисунок 6. Обробка металу методом нанесення

Для вогнезахисту конструкцій, доступ до яких у процесі експлуатації унеможливлено, передбачаються ВЗ з визначеним строком придатності, що забезпечують вогнезахист упродовж усього періоду експлуатації конструкцій або до чергового капітального ремонту будівлі (споруди).

Приклад матеріалу для вогнезахисту конструкцій з металу та залізобетону.

Засіб вогнезахисний «Аmmokote MW-90» виробляється ТОВ «Ковлар Груп» (м. Київ) відповідно до ТУ У 20.3-39875591-001:2015.

Засіб призначений для підвищення межі вогнестійкості будівельних конструкцій і виробів, що експлуатуються на цивільних та промислових

об'єктах різного призначення, в тому числі на об'єктах енергетики (теплових та атомних електростанціях), об'єктах газової та нафтової промисловості (об'єкти видобутку, переробки й транспортування), а також на об'єктах металургійної промисловості в період їх будівництва, реконструкції або ремонту. [21]

Засіб дозволяє підвищити межу вогнестійкості несучих сталевих конструкцій ($5\text{пр} > 2,7 \text{ мм}$) до 120 хвилин.

Технічні та фізико-хімічні характеристики засобу

Засіб є інтумесцентною фарбою, що складається з антипіренів, коксо- та газоутворювачів, нанодомішок і наповнювачів у водній дисперсії полімеру.

Під впливом високих температур вогнезахисний покрив на основі засобу (далі - покрив) створює теплоізоляційний спінений коксовий шар, який захищає конструкції від дії вогню. Покрив відноситься до реактивних тонкошарових вогнезахисних засобів.

Таблиця 8. Фізико-хімічні характеристики засобу та покриву «Аммокоте MW-90»

| Найменування показника | Значення |
|--|--|
| Зовнішній вигляд | Однорідна густа маса без грудок, згустків і сторонніх включень |
| Зовнішній вигляд покриву | Суцільний без відшарувань, здуттів і включень, білого кольору, відтінок не нормується. |
| Вміст нелетких речовин, % | |
| Час висихання покриву до ступеня 3, не більше, год | |
| Адгезія покриву за методом Х-подібного надрізу згідно ДСТУ ISO 16276-2, не більше, бал | |

Показники вогнезахисної ефективності. Згідно з сертифікатом відповідності №UA.032.CC.0041-20 від 02 березня 2020 р. засіб дозволяє підвищити клас вогнестійкості несучих сталевих будівельних конструкцій до R 120.

Товщина шару покриву визначається на підставі даних сертифікату відповідності в залежності від необхідного класу вогнестійкості сталевих конструкцій, зведеної товщини та проєктної критичної температури конструкцій - колон, балок перекриття та покриття, ферм, прогонів, арок, рам, в'язей, косоурів тощо.

Умови нанесення засобу: при температурах від +5 °С до +35 °С та відносній вологості повітря до 80%.

Умови експлуатації покриву: в кліматичних умовах У3, У4, УХЛ 3.1, УХЛ 4.1, УХЛ 4.2 за ГОСТ 15150 (тип Z2 ДСТУ EN 16623, EAD 350402-00-1106) при температурах від мінус 30 °С до + 60 °С та відносній вологості повітря до 80 %.

Для підвищення вологостійкості, стійкості до дії агресивних середовищ та інших можливих зовнішніх чинників рекомендується після повного висихання покриву нанести захисні лакофарбові матеріали. Покрив із захисним шаром допускається експлуатувати в кліматичних умовах У2, У2.1, У3, У4, УХЛ 3.1, УХЛ 4.1, УХЛ 4.2 за ГОСТ 15150 (типи Y, W/Y, W/Z1, W/Z2, Z1, Z2 (ДСТУ EN 16623, EAD 350402-00-1106)) при температурах від мінус 30 °С до + 60 °С та відносній вологості повітря до 90 %.

Термін експлуатації покриву залежить від умов експлуатації, належного використання та відповідного догляду за покривом і становить від 10 до 25 років [22]. При застосуванні захисних лакофарбових матеріалів термін експлуатації може бути збільшено до 30 років.

Розрахунок витрати засобу

Товщина покритву «Аммокоте MW-90», яка забезпечує необхідний клас вогнестійкості сталевих конструкцій, визначається відповідно до даних наведених у сертифікаті відповідності, в залежності від класу вогнестійкості конструкцій, їх зведеної товщини та проєктної критичної температури.

Згідно з сертифікатом відповідності витрата засобу для утворення покритву товщиною 1 мм становить не менше 1,70 кг/м². Практична витрата засобу для отримання покритву товщиною 1 мм залежить від умов і методів нанесення, технологічних втрат, які залежать від типу конструкції, розташування поверхні, що захищається та інших чинників.

Розрахунок практичної витрати засобу (m, кг) для отримання покритву товщиною d (мм) здійснюють за формулою:

$$m = 1,70 \cdot S \cdot d \cdot (1+k_1 + k_2 + k_3),$$

де m - практична витрата засобу для обробки конструкцій одного сортаменту, розташованих в однакових умовах обробки, кг;

S - площа обробки (м²);

d - товщина покритву (мм);

k₁ - коефіцієнт збільшення витрати засобу залежно від розмірів конструкції;

k₂ - коефіцієнт збільшення витрати засобу залежно від висоти розташування конструкції;

k₃ - коефіцієнт збільшення витрати засобу залежно від методу нанесення (k₃ = 0,012- для безповітряного нанесення, k₃ = 0,015 - для пневматичного нанесення, k₃ = 0,009 - для ручного нанесення).

Коефіцієнти k мають наступні значення.

Таблиця 9. Коефіцієнт збільшення витрати вогнезахисного засобу залежно від розмірів конструкції (k₁).

| Розмір | | | | |
|--------|--|--|--|--|
| | | | | |

Таблиця 10. Коефіцієнт збільшення витрати вогнезахисного засобу залежно від висоти розташування конструкції над рівнем підлоги (k_2).

| | | | |
|-----------------------|---|--|--|
| Висота конструкції, м | | | |
| | - | | |

Коефіцієнти k_1 і k_2 не враховують технологічних втрат, що залежать від індивідуальних особливостей об'єкта, на якому проводяться вогнезахисні роботи - обмежені умови, наявність вітру і т.д. Втрати при цьому можуть становити до 15 % від практичної витрати засобу m витрати засобу згідно Сертифікату відповідності.

Порядок застосування засобу

Вогнезахисна обробка засобом полягає в нанесенні на підготовлену поверхню сталевих конструкцій антикорозійної ґрунтовки, засобу та, за необхідності, захисного лакофарбового покриття.

Підготовка поверхонь конструкцій перед нанесенням засобу

До початку вогнезахисних робіт повинні бути змонтовані всі інженерні системи з елементами їх кріплення й посилення, закінчені всі зварювальні роботи, зачищені і заґрунтовані зазначеним у проекті антикорозійним ґрунтом монтажні зварні шви, а також відновлені заводські захисні покриття, що були пошкоджені під час транспортування та монтажу. Проектування та роботи з антикорозійного захисту сталевих конструкцій треба проводити відповідно до вимог [23].

Роботи з вогнезахисту несучих конструкцій дозволяється проводити тільки після виконання робіт по усуненню (ремонт, посилення, заміна) виявлених дефектів.

Не допускається застосування засобу на непідготовлені або підготовлені з порушеннями вимог технічної документації (проекту проведення робіт з вогнезахисту) поверхні.

Конструкції без антикорозійного покриття

Перед нанесенням ґрунтувальних покриттів поверхню сталевих конструкцій слід очистити згідно з рекомендаціями, вказаними у проєктній або технічній документації на застосовуваний ґрунтувальний матеріал.

У загальному випадку антикорозійну обробку підготовленої поверхні перед нанесенням засобу виконують алкідним ґрунтувальним матеріалом марки ГФ-021 (червоно-коричневий), відповідно до інструкції із застосування. Дозволяється використовувати у якості ґрунтувального покриття інші марки ґрунтовок на алкідній основі [22] за умови забезпечення (гарантування) виробником ґрунтувального матеріалу адгезійних та антикорозійних функцій останнього упродовж всього строку експлуатації вогнезахисного покриву.

Конструкції, вкриті ґрунтом

Якщо конструкції вкриті ґрунтом, то слід провести ревізію стану поверхні.

Зовнішній вигляд поверхні, що захищається, оцінюється візуально: поверхня та ґрунтувальне покриття не повинно мати здуттів, відшарувань, лущення, подряпин, осередків корозії, не профарбованих місць, тріщин, зморшок, бульбашок і повинні відповідати вимогам проєкту проведення робіт з вогнезахисту.

Ремонтні роботи з відновлення антикорозійного покриття проводять з використанням ґрунтувального матеріалу того ж типу, який був нанесений на конструкцію.

При здійсненні проміжного контролю оцінки якості очищення сталеві поверхні й нанесення ґрунтовки слід керуватися показниками, які наведені в табл. 11.

Таблиця 11. Контроль проведення прихованих робіт при вогнезахисній обробці

| Якість підготовки сталеві поверхні | | |
|---|--|---|
| Показник якості | Норма | Метод контролю |
| Ступінь очищення поверхні від окалини, іржі, старого лакофарбового покриття, не нижче | | ДСТУ ISO 8501-1 При візуальному огляді не виявлено окалини, іржі, пригари, залишків формувальної суміші та інших неметалевих включень. |
| Якість робіт з нанесення антикорозійного ґрунтувального покриття | | |
| Марка | Відповідність проєкту проведення вогнезахисних робіт | Акт огляду прихованих робіт. |
| Товщина сухого шару | | Електронні товщиноміри. |
| Адгезія ґрунту, бал, не більше | | ДСТУ ISO 2409 |
| Непрофарбовані місця, патьоки, штрихи, риски | Відсутні | Візуальний огляд. |

При нанесенні засобу на ґрунтувальне покриття марка та тип якого невідомі, необхідно проводити експертизу на сумісність для нормальних умов експлуатації вогнезахисного засобу та в умовах теплових навантажень. З цією метою ділянку 200*200 мм на сталевій конструкції з наявним ґрунтувальним покриттям вкривають засобом товщиною 0,2 - 0,4 мм (при вимогах підвищення вогнестійкості до R30), або товщиною 0,7 - 1,0 мм (при вимогах підвищення вогнестійкості R45 та вище). Після сушіння протягом 3-5 діб (за температури не нижче +15 °С) вогнезахисний покрив не повинен

відшаровуватися від ґрунтованої поверхні, а адгезія покриття до ґрунту повинна складати не більше 1 балу за методом Х-подібного надрізу. Для перевірки на стійкість до теплових навантажень на покриття необхідно впливати полум'ям пропанового або бензинового пальника протягом 5-10 хвилин. Покриття не повинен відшаровуватися від основи, розплавлятися або стікати. При негативних результатах експертизи приймається рішення про заміну ґрунтувального матеріалу.

Результати експертизи на сумісність вогнезахисного засобу (покриття) з ґрунтувальним покриттям оформлюються відповідним актом, який є частиною виконавчої документації з робіт з вогнезахисту.

Вимірювання середньої товщини сухого шару ґрунтувальних покриттів.

В характерних місцях конструкції (горизонтальні, вертикальні, похилі ділянки) необхідно провести не менше 10 одиничних вимірювань. Вимірювання слід проводити за

допомогою приладів неруйнівного контролю. Товщина антикорозійного шару повинна відповідати проєктній та технічній документації.

Після підготовки поверхні сталевих конструкцій та нанесення антикорозійного матеріалу складаються «Акти прихованих робіт» [20], які є частиною виконавчої документації робіт з вогнезахисту.

Підготовка засобу до нанесення та проведення вхідного контролю

Засіб має однорідну пастоподібну консистенцію та тиксотропні властивості, у зв'язку з чим, перед нанесенням, засіб необхідно ретельно перемішати у заводській тарі за допомогою електричного міксера або дреля з гвинтовою насадкою, переміщаючи насадку по всьому об'єму тари протягом 3-5 хв. Після перемішування засіб повинен бути однорідним без розшарувань.

Розбавляти засіб не рекомендується. За необхідності допускається додавати при постійному протягом 5 хв. перемішуванні до 5 % питної води.

Умови та способи застосування засобу

Засіб може наноситися як механізованим способом (агрегатами пневматичного або безповітряного розпилення) так і вручну за допомогою пензлів та валиків на підготовлені сталеві поверхні.

Температура навколишнього середовища та поверхонь конструкцій, що захищаються в момент підготовки та застосування засобу, а також протягом сушіння покриття повинна бути в межах від +5 °С до +35 °С, а відносна вологість повітря - не вища 80 %.

Нанесення засобу

Нанесення засобу здійснюється відповідно до проєкту проведення робіт з вогнезахисту.

Засіб наноситься пошарово за допомогою пензлів або агрегатів пневматичного чи безповітряного розпилення. При цьому останній спосіб є пріоритетним способом нанесення засобу на поверхні конструкцій.

Для безповітряного розпилення рекомендуються наступні параметри обладнання:

тиск на засіб, що подається - 180 - 220 бар;

внутрішній діаметр шлангів - 8 - 10 мм.

Для зниження технологічних втрат доцільно використовувати сопла №219 - 227 (діаметром - 0,019" - 0,027"). З установки безповітряного розпилення рекомендується видалити всі фільтри тонкого очищення на лінії подачі засобу.

Нанесення засобу на підготовлену для вогнезахисту поверхню повинно виконуватися в один або кілька шарів в залежності від необхідної товщини покриття, вказаної у проєкті проведення робіт з вогнезахисту.

Кількість шарів для досягнення необхідної товщини покриття залежить від способу нанесення. Максимально-гранична товщина мокрого шару за

один прохід не повинна перевищувати 0,7 мм, що контролюється вимірювальною «гребінкою». Мокрий шар повинен бути рівномірним, без патьоків і напливів. Товщина мокрого шару в 1,3 - 1,4 рази перевищує товщину сухого шару.

За температури вищої 30 °С зменшується в'язкість засобу, тому рекомендується наносити засіб більш тонкими шарами для запобігання напливів та підтікань.

Мінімальний інтервал часу міжшарового нанесення визначається станом нанесеного попереднього шару (товщиною, швидкістю висихання) і умовами навколишнього середовища (температурою, вологістю повітря, повітрообміном та ін.). Кожен наступний шар допускається наносити після повного висихання попереднього шару, а саме: попередній шар повинен бути не липким та твердим (не продавлюється пальцем при натисканні). При цьому необхідно врахувати, що час міжшарового сушіння кожного наступного шару за одних і тих же умов висихання збільшується.

У загальному випадку час міжшарового сушіння покриття становить близько 5 годин при температурі +15 °С - +18 °С. При більш низькій температурі та підвищеній вологості повітря час міжшарового сушіння збільшується та може становити декілька діб.

Перевищення значення максимально-граничної товщини мокрого шару (0,7 мм), порушення умов нанесення засобу (температура та вологість навколишнього середовища, температура поверхні), недотримання умов міжшарового сушіння покриття (нанесення на недостатньо висохлий попередній шар) можуть сприяти утворенню усадочних тріщин та кратерів, відшаруванню покриття та інших дефектів.

Нанесення захисного покриття (покриттєвого шару)

Для підвищення вологостійкості покриття, стійкості до дії агресивних середовищ або надання інших кольорових відтінків необхідно після повного висихання покриття нанести захисні лакофарбові матеріали, рекомендовані

виробником засобу. Марка та витрата захисного лакофарбового матеріалу повинні бути визначені проектом проведення вогнезахисних робіт.

Перед нанесенням покривного шару слід провести візуальний огляд вогнезахисних засобом конструкцій - покрив повинен бути сухим, поверхня покриву чистою, без тріщин і пошкоджень.

Нанесення покривного шару проводиться згідно з інструкцією по нанесенню на застосований захисний матеріал із середньою витратою не менше 200:250 г/м², якщо інші витрати не передбачені в супровідній документації на покривний матеріал або в проекті проведення робіт з вогнезахисту.

Контроль якості виконання робіт з вогнезахисної обробки

Кінцевий контроль якості покриву в літній період (температура навколишнього середовища +20 °С - +35 °С) здійснюється не менше ніж через 10 діб після нанесення останнього шару, а у зимовий період (температура навколишнього середовища не перевищує +10 °С) не менше ніж через 18 діб.

Перевірка відповідності виконаних робіт проводиться згідно з вимогами розділу ІХ [1] та здійснюється у три етапи:

- вивчення технічної документації з метою отримання вихідних даних для проведення оцінки відповідності виконаних вогнезахисних робіт;
- візуальний контроль;
- контроль із застосуванням контрольно-вимірювальних приладів.

Для перевірки відповідності вогнезахисту перевіряється наявність супровідних документів необхідних для ідентифікації засобу - сертифікати якості, копії сертифікатів відповідності з відміткою виробника про придбану кількість засобу, регламент робіт з вогнезахисту, комплект виконавчої документації з робіт з вогнезахисту (акти проміжного приймання конструкцій, акти прихованих робіт тощо).

Візуальний контроль ґрунтується на оцінці зовнішнього вигляду покриву. При огляді конструкцій, які захищені засобом, встановлюється відповідність поверхні покриву вимогам технічної документації та визначається наявність недоліків вогнезахисної обробки:

- необроблені місця;
- тріщини, відшарування, здуття, осипання;
- сторонні плями, порушення цілісності покриву або інші пошкодження.

Контроль товщини покриву проводиться приладами неруйнівного контролю, відповідно до вимог «Правил з вогнезахисту». Вимірювання товщин вогнезахисного покриву здійснюється через кожні 15-20 метрів довжини об'єкта вогнезахисту, але не менше ніж у 10 рівновіддалених точках. Точки вимірювання повинні бути розташовані на відстані не менше 30 мм від краю конструкції, а їх кількість повинна бути такою, щоб отримати достовірні данні, що характеризують товщину вогнезахисного покриву на всьому об'єкту вогнезахисту.

Середнє-арифметичне значення виміряних товщин повинно бути не менше проєктного значення товщини для кожного елемента конструкції, що захищається, при цьому: середнє значення виміряних товщин на будь-якій частині елемента конструкції повинно бути не менше 80 % від проєктного значення; допускається, що не більше 10 % усіх виміряних значень на елементі конструкції можуть бути менше 80 % від проєктного значення. Якщо при вимірюванні буде виявлено, що будь-яке значення товщини становить менше 80% від проєктного значення, потрібно додатково провести ще два або, де можливо, три вимірювання в межах від 150 до 300 мм від виявленого зменшеного значення. Елемент конструкції вважається вогнезахисним, якщо усі додаткові виміри становлять не менше 80 % від проєктного значення. Якщо одне або декілька додаткових вимірювань становить менше 80 % від зазначеного у проєкті з вогнезахисту значення,

повинні бути зроблені додаткові виміри для визначення площі ділянки недостатньої товщини, всі виміряні значення повинні бути не менше 50 % від проектного значення.

Вогнезахист електричних кабелів та повітроводів

Вогнезахист кабелів, кабельних ліній, а також кабельних проходок в огорожувальних будівельних конструкціях здійснюється із застосуванням вогнезахисної фарби для кабелю Ammokote MF-180, яка дозволяє забезпечити нерозповсюдження горіння контрольних і силових проводів та кабелів, а також підвищити клас вогнестійкості проходок інженерних систем до 180 хв. (EI 180).



Рисунок 7. Обробка електричних кабелів методом нанесення

Під час проведення робіт з вогнезахисту кабелі мають бути відключені від мережі електроживлення [24].

Під час проектування вогнезахисту повітроводів враховується додаткове навантаження, яке створюватиме на повітроводи нанесений ВЗ. Додаткове навантаження вимірюється масою сформованого на поверхні повітроводів ВЗ ($\text{кг}/\text{м}^2$ поверхні повітроводу).

Таблиця 12. Характеристики матеріалу для вогнезахисту кабельної продукції

| Найменування матеріалу | Тип вогнезахисного матеріалу | Показники вогнезахисної ефективності |
|------------------------|------------------------------|--|
| <u>Аммокоте MF-180</u> | Фарба на водній основі | Нерозповсюдження горіння кабелів категорії А F/R EI 15 – EI 180 |

Вогнезахисним засобом кабелі обробляються по поверхні. Якщо кабелі зібрані в пучок, обробляється поверхня пучка.

Приклад матеріалу для вогнезахисту електричних кабелів

Засіб вогнезахисний «Аммокоте MF-180» виробляється ТОВ «Ковлар Груп» (м. Київ) відповідно до ТУ У 20.3-39875591-001:2015.

Засіб призначений для поверхневого оброблення електричних кабелів, кабельних ліній та їх конструктивних елементів, а також елементів кабельних проходок, що експлуатуються на цивільних та промислових об'єктах різного призначення, в тому числі на об'єктах енергетики (теплових та атомних електростанціях), об'єктах газової та нафтової промисловості (об'єкти видобутку, переробки й транспортування), а також на об'єктах металургійної промисловості в період їх будівництва, реконструкції або ремонту. [25]

Засіб перешкоджає поширенню полум'я по поверхні силових, контрольних кабелів, кабелів зв'язку та кабельних ліній прокладених у пучках за категорією А F/R, виконаних з горючої ізоляції різного хімічного складу, а також зберігає огорожувальні функції місць проходу інженерних комунікацій через протипожежні перешкоди різних типів [8].

Технічні та фізико-хімічні характеристики засобу

Засіб є інтумесцентною фарбою, що складається з антипіренів, коксо-, газоутворювачів та наповнювачів у водній дисперсії полімеру.

Під впливом високих температур вогнезахисний покрив на основі засобу (далі - покрив) створює теплоізоляційний спінений коксовий шар, який запобігає горінню полімерної оболонки кабелів та перешкоджає

поширенню полум'я по поверхні. Нанесений покрив на поверхні кабелю не потребує зниження допустимих струмових навантажень. Покрив відноситься до реактивних тонкошарових вогнезахисних засобів.

Таблиця 13. Фізико-хімічні характеристики засобу та покриву

| Найменування показника | Значення |
|---|--|
| Зовнішній вигляд | Однорідна густа маса без грудочок, згустків і сторонніх включень |
| Зовнішній вигляд покриву | Однорідний без відшарувань, здуття і включень, білого кольору, відтінок не |
| Масова частка нелетких речовин, % мас., не менше | |
| Час висихання засобу до ступеня 3, год., не більше | |

Показники вогнезахисної ефективності. При нанесенні засобу з середньою витратою $0,90 \text{ кг/м}^2$ та товщиною сухого шару покриву $0,49 \text{ мм}$ ізольовані проводи та кабелі, прокладені у пучках за категорією А F/R, не поширюють полум'я по поверхні згідно [26]/

Застосування засобу у складі проходки «Аммокоте СР-180» забезпечує клас вогнестійкості не менше EI 180.

Умови нанесення засобу: при температурі від $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+35 \text{ }^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря не вище 80% .

Умови експлуатації покриву: в кліматичних умовах У3, У4, УХЛ 3.1, УХЛ 4.1, УХЛ 4.2 за ГОСТ 15150, при температурах від мінус $30 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+65 \text{ }^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря до 80% .

Покрив із захисним шаром допускається експлуатувати в кліматичних умовах У2, У2.1, У3, У4, УХЛ 3.1, УХЛ 4.1, УХЛ 4.2 за ГОСТ 15150, при температурах від мінус $30 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+65 \text{ }^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря до 90% .

%.

Термін експлуатації покриття залежить від умов експлуатації та становить не менше 20 років. При застосуванні захисних лакофарбових матеріалів термін експлуатації може бути збільшено до 30 років.

Розрахунок витрати засобу

За сертифікатом відповідності витрата засобу на ізолювані проводи та кабелі, прокладені у пучках за категорією А F/R для отримання покриття товщиною 0,49 мм становить не менше 0,90 кг/м² без урахування технологічних втрат.

При нанесенні засобу на поверхню кабелів за допомогою пензлів, технологічні витрати можуть складати до 10 %. При нанесенні засобу за допомогою агрегатів безповітряного розпилення, технологічні витрати можуть складати до 30 %.

Порядок застосування засобу

Вогнезахист проводиться згідно з вимогами [1], а також проєкта проведення вогнезахисних робіт для відповідного об'єкту вогнезахисту, розробленого згідно з вимогами цього регламенту.

Вогнезахисна обробка засобом полягає в нанесенні на підготовлену поверхню кабелю засобу та, за необхідності, захисного лакофарбового покриття.

Підготовка поверхонь кабелів та кабельних ліній перед нанесенням засобу

До початку вогнезахисних робіт повинні бути змонтовані всі кабельні лінії з елементами їх кріплення. Кабелі, що мають пошкодження оболонки та захисних шлангів, повинні бути відремонтовані або попередньо замінені.

Поверхня кабелів повинна бути сухою й очищеною від пилу, жирних плям, залишків будівельних матеріалів та інших забруднень, перешкоджаючих адгезії покриття.

Згідно з вимогами п.2 Розділу VIII [1] під час проведення робіт з

вогнезахисту кабелі мають бути відключені від мережі електроживлення.

Підготовка засобу до нанесення та проведення вхідного контролю

Перед початком вогнезахисних робіт проводиться вхідний контроль засобу, який включає в себе огляд упаковки та її цілісності, перевірки відповідності терміну придатності, встановлення відповідності властивостей засобу вимогам, зазначеним у проєкті проведення робіт з вогнезахисту, та перевірку супровідної документації: сертифікатів якості та копій сертифікатів відповідності з відміткою виробника про придбану кількість засобу

Засіб має однорідну пастоподібну консистенцію та тиксотропні властивості, у зв'язку з чим, перед нанесенням, засіб необхідно ретельно перемішати у заводській тарі за допомогою електричного міксера або дреля з гвинтовою насадкою, переміщуючи насадку по всьому об'єму тари протягом 3-5 хв. Після перемішування засіб повинен бути однорідним без розшарувань.

Розбавляти засіб не рекомендується. За необхідності допускається додавати при постійному протягом 5 хв. перемішуванні до 5 % питної води.

Умови і способи застосування засобу

Засіб може наноситися як механізованим способом (агрегатами пневматичного або безповітряного розпилення) так і вручну за допомогою пензлів та валиків на підготовлені поверхні.

Температура навколишнього середовища та поверхонь кабелів і кабельних ліній в момент підготовки та застосування засобу, а також протягом сушіння покриву повинна бути в межах від +5 °C до +35 °C, а відносна вологість повітря - не вищою 80 %.

Нанесення засобу

Засіб наноситься в один шар методом безповітряного розпилення або в 2-3 шари пензлем з міжшаровим сушінням не менше 3 год за температури близько +20 °C. За більш низької температури час міжшарового сушіння

збільшується.

Для безповітряного розпилення рекомендуються наступні параметри обладнання:

- тиск на засіб, що подається - 180 - 220 бар;
- внутрішній діаметр шлангів - 8 - 10 мм.

Для зниження технологічних втрат доцільно використовувати сопла №219 - 227 (діаметром - 0,019" - 0,027"). З установки безповітряного розпилення рекомендується видалити всі фільтри тонкого очищення на лінії подачі засобу.

Кабелі покриваються вогнезахисним засобом рівномірно по всій площі поверхні. При вогнезахисній обробці кабелів, прокладених у пучках фарбується вся доступна зовнішня поверхня пучка кабелів. При цьому витрата засобу на зовнішню поверхню пучка розраховується, виходячи з сумарної площі кабелів, які входять у пучок. Проміжки між кабелями, за необхідності, додатково фарбуються пензлями для уникнення непрофарбованих місць, щілин чи прогалін.

Кабельні лотки, пластини, упори та інші металеві деталі на яких розміщені кабелі, захищаються засобом з витратою, відповідною до витрати на кабелі.

Засіб є сумісним з деякими раніше нанесеними вогнезахисними покриттями кабелів, але система вогнезахисного покриття (у частині підготовки поверхні, нанесені засобу та захисного покриття) повинна бути узгоджена з виробником засобу

Товщину мокрого шару нанесеного засобу слід контролювати вимірювальною «гребінкою». При витраті матеріалу 900 г/м² товщина мокрого шару складатиме близько 0,7 мм, що відповідатиме 0,49 - 0,5 мм сухого шару покриву.

Мінімальний інтервал часу міжшарового нанесення (при фарбуванні вручну) визначається станом нанесеного попереднього шару (товщиною,

швидкістю висихання) і умовами навколишнього середовища (температурою, вологістю повітря, повітрообміном та ін.). Кожен наступний шар допускається наносити після повного висихання попереднього шару, а саме: попередній шар повинен бути не липким та твердим (не продавлюється пальцем при натисканні). При цьому необхідно врахувати, що час міжшарового сушіння кожного наступного шару за одних і тих же умов висихання збільшується

Нанесення захисного покриття (покривного шару)

Для підвищення вологостійкості покриву, стійкості до дії агресивних середовищ або надання інших кольорових відтінків необхідно після повного висихання покриву нанести захисні лакофарбові матеріали, рекомендовані виробником засобу. Марка та витрата захисного лакофарбового матеріалу повинні бути визначені проектом проведення вогнезахисних робіт.

Перед нанесенням покривного шару слід провести візуальний огляд вогнезахисних засобом поверхонь - поверхня покриву повинна бути сухою, чистою, без тріщин і пошкоджень.

Нанесення захисного шару проводиться згідно з Інструкцією по нанесенню на застосований захисний матеріал із середньою витратою не менше 200-250 г/м², якщо інші витрати не передбачені в супровідній документації на захисний матеріал або в проекті проведення робіт з вогнезахисту

Контроль якості виконання робіт з вогнезахисної обробки

Кінцевий контроль якості покриву в літній період (температура навколишнього середовища +20 °С - +35 °С) здійснюється не менше ніж через 7 діб після нанесення останнього шару, а у зимовий період (температура навколишнього середовища не перевищує +10 °С) не менше ніж через 15 діб.

Перевірка відповідності виконаних робіт проводиться згідно з вимогами розділу IX [1] та здійснюється у три етапи:

- 1) вивчення технічної документації з метою отримання вихідних даних для проведення оцінки відповідності виконаних вогнезахисних робіт;
- 2) візуальний контроль;
- 3) контроль із застосуванням контрольно-вимірювальних приладів.

Для перевірки відповідності вогнезахисту перевіряється наявність супровідних документів необхідних для ідентифікації засобу - сертифікати якості, копії сертифікатів відповідності з відміткою виробника про придбану кількість засобу, регламент робіт з вогнезахисту, комплект виконавчої документації з робіт з вогнезахисту (акти проміжного приймання, акти прихованих робіт тощо).

Візуальний контроль ґрунтується на оцінці зовнішнього вигляду покриву. При огляді встановлюється відповідність поверхні покриву вимогам технічної документації та визначається наявність недоліків вогнезахисної обробки:

- необроблені місця;
- тріщини, відшарування, здуття, осипання;
- сторонні плями, порушення цілісності покриву або інші пошкодження.

Контроль товщини покриву проводиться приладами неруйнівного контролю, відповідно до вимог «Правил з вогнезахисту». Вимірювання товщин вогнезахисного покриву здійснюється через кожні 15-20 метрів довжини об'єкта вогнезахисту, але не менше ніж у 10 рівновіддалених точках. При цьому перевага повинна віддаватися ділянкам вимірювання, які знаходяться в важкодоступних місцях. Точки вимірювання повинні бути розташовані рівномірно, а їх кількість повинна бути такою, щоб отримати достовірні данні, які характеризують товщину вогнезахисного покриву на всьому об'єкті вогнезахисту.

Особливу увагу при контролі слід звертати на місця, закриті від огляду та важкодоступні місця для нанесення покриву.

Середнє-арифметичне значення виміряних товщин повинно бути не менше проектного значення товщини (0,49 мм), при цьому допускається, що не більше 10 % усіх виміряних значень можуть становити менше 0,4 мм (менше 80 % від проектного значення).

3.3 Охорона праці при виконанні робіт з вогнезахисту на об'єкті який експлуатується

Засіб і покрив на його основі є малотоксичними речовинами. За результатами санітарно- епідеміологічної експертизи засіб відповідає санітарному законодавству України. Вміст летючих органічних сполук відповідає вимогам [27] - підкатегорія A/9)WB: < 140 г/л (максимальний вміст ЛОС 140 г/л).

Засіб належить до негорючих речовин та не має температури, спалаху, займання та самозаймання.

Не допускається контакт засобу зі шкірою та слизовими оболонками. При попаданні на шкіру засіб видалити з поверхні шкіри спочатку за допомогою м'яких серветок, змочених в етиловому спирті, потім обробити гарячою водою з милом. Після видалення засобу шкіру необхідно змастити маззю на основі ланоліну або вазеліну. У разі попадання засобу в очі слід негайно промити проточною водою (не менше 15 хвилин) при широко розкритій очній щілині. Звернутися за медичною допомогою.

Переміщення та транспортування засобу, а також вантажно-розвантажувальні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог з охорони праці, а при використанні спеціального обладнання (підйомників, підйомних кранів і т. п.) з дотриманням вимог НПАОП 0.00-1.80.

В проєкті проведення робіт з вогнезахисту повинні бути передбачені

всі заходи з техніки безпеки, яких слід дотримуватися при проведенні вогнезахисних робіт.

Вогнезахисні роботи повинні проводитися не менш як двома робочими не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання, медичний огляд та інструктаж з техніки безпеки. Особи, що проводять вогнезахисну обробку, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до вимог НПАОП 0.00-7.17.

Для попередження небезпеки падіння працюючих з висоти в проєкті проведення робіт з вогнезахисту слід передбачати:

- тимчасові огорожувальні пристрої, що задовольняють вимогам техніки безпеки;
- місця та способи кріплення страхувальних канатів і запобіжних поясів.

Роботи з обслуговування обладнання і механізмів здійснюються з виконанням вимог інструкцій та вказівок з техніки безпеки для даного обладнання. Все технологічне обладнання повинно бути надійно заземлене. Комунікації повинні бути заземлені від статичної електрики. При роботі з електрообладнанням повинні виконуватися вимоги СНиП 3.05.06.

– Роботи з нанесення засобу проводяться з дотриманням вимог правил пожежної безпеки. Місце проведення робіт повинно бути забезпечене первинними засобами пожежогасіння. Для гасіння пожеж на початкових стадіях як первинні засоби пожежогасіння слід використовувати пожежну кошму, пожежні покривала або пісок, а також водні, водопінні, водоаерозольні, порошкові або газові вогнегасники, що відповідають вимогам ДСТУ 3675.

- Обов'язки маляра.
- Складування матеріалів
- Засіб упаковується в пластикові ємності. Транспортування засаду здійснюється усіма видами критого транспорту відповідно до правил

перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту в умовах, що забезпечують збереження упаковки від пошкоджень.

– Змови транспортування та зберігання засаду повинні відповідати умовам 2 за ПОСТ 15150 (зберігання в закритих або інших приміщеннях з природною вентиляцією при температурі від +5 °С до +30 °С та середньомісячній відносній вологості повітря не дільше 70 %

– Термін зберігання засобу в цілісній заводській упаковці - 6 місяців з дня виготовлення.

– Інструмент

– Рукоятки застосовуваних інструментів повинні бути дерев'яні, гладко оброблені, підігнані та надійно закріплені.

– Забороняється застосовувати інструмент, що має вибої чи відколи робочих кінців, гострі ребра в місцях затиску рукою, тріщини чи відколи на потиличній частині.

– При роботі з пневматичним інструментом необхідно переконатися в справності робочої частини (форсунки, агрегату повітряного розпилення, машинки для шліфування) перевірити наявність та справність манометра.

– Необхідно стежити, щоб шланги не були загнуті, не доторкались до тросів та електрокабеля.

– Замерзлі шланги варто відігрівати в теплому сухому приміщенні. За допомогою пару шланги відігрівати не дозволяється.

– При перерві в роботі або виявленні несправності механізмів варто негайно відключати подачу повітря, перекривши повітряний вентиль. Перегинати шланг чи зв'язувати його вузлом забороняється.

– При виявленні несправності пневматичний інструмент необхідно здати слюсарю.

– Перед роботою агрегатом повітряного розпилення необхідно перевірити надійність кріплень шлангів до інструменту та дачка.

- Ємність для фарб та інших матеріалів перед чищенням варто пропарювати, промивати й провітрювати.

- Тару необхідно відкривати й чистити інструментом, виготовленим із міді, алюмінію чи іншого матеріалу, що не утворює іскор.

- Вимоги перед початком та під час роботи

- Перед початком роботи маляреві слід оглянути робоче місце, підготувати до роботи інструмент, пристосування, інвентар; перевірити надійність настилу, риштовань, підмостей, пересувних столиків, драбин тощо; перевірити справність шлангів.

- Малярські роботи на робочих місцях, розташованих на висоті і більше над землею чи горищам, робити з інвентарних засобів підмашування.

- Забороняється робити роботи на декількох ярусах по одній вертикалі без проміжних захисних настилів.

- Забороняється спирати приставні сходи на віконні плетіння.

- Настили, риштовання та драбини періодично, під час роботи / після її закінчення, очищати від сміття.

- При виробництві малярних робіт на сходових маршах варто застосовувати спеціальні підмости, у яких опори мають різну висоту або висувні стійки установлені на східцях.

- Для виконання дрібних малярських робіт необхідно застосовувати переносні чи розсувні сходи з урізаними східцями. Нижні кінці східці б по динні мати гострі металеві наконечники при дерев'яних підлогах та гумову - при бетонних чи кам'яних.

- Забороняється користуватися для підмоцнування неперевіреними випадковими засобами.

- Всі внутрішні малярські роботи виконувати при відкритих вікнах чи примусовій вентиляції. Забороняється застосовувати фарби чи лаки при відсутніх паспортних даних.

- Забороняється приймати їжу на робочому місці маляра.

- Фарбування пензлем (валиком)
- Фарбування конструкцій робити на робочих місцях, обладнаних місцевою витяжною чи загальною обмінною вентиляцією, на відкритому повітрі або ж у приміщеннях із відкритими віконними й дверними прорізами.
- По закінченні роботи очистити кисть (валик) від залишків лакофарбових матеріалів і зідрати у відведене місце для збереження чи здати в комору.

Фарбування пневматичним розпиленням

- Перед роботою оглянути апаратуру, розпилувачі, шланги, розширювальні бачки і переконатися в тім, що вони справні.
- Пневматичні фарбувальні апарати і шланги повинні бути перевірені і випробувані тиском, що перевищує в 1,5 рази робочий, із складанням акту чи із записом у журналі робіт. Не дозволяється приступати до роботи при відсутності запису про випродування.
- Перевірити кріплення шлангів. Місця з'єднання шлангів із штуцерами повинні бути закріплені хомутиками з натяжними болтами. Застосування для цієї мети дроту не дозволяється.
- Перед приєднанням до інструмента продутити стисненим повітрям, попередньо приєднавши його до мережі, струмінь повітря направити нагору вище людського росту.
- Не допускається перекручування шлангів і зіткнення їх із гострим краями деталей.
- Фарбування конструкцій на висоті
- Перед початком фарбування конструкцій на висоті маляр разом із майстром (виконробом) повинний перевірити справність риштування, огорожень робочої площадки, приставних сход і розсувних драбин. Риштування і підмости (площадки) повинні мати упори у виді гострих металевих шипів або гумових наконечників у залежності від твердості підлоги в місці установки сходів, верхні кінці сходів повинні мати гачки.

- Розсувні сходи-драбини повинні мати справні пристрої, що виключають можливість їхнього довільного розсування.
- При роботі на висоті маляр зобов'язаний працювати із запобіжним поясом.
- Маляра, що працюють один над одним, не повинні розташовуватися на одній вертикалі чи знаходитися в місцях можливого падіння предметів.
- Щоб уникнути падіння не відхиляти корпус тіла за габарити сходів чи робочої площадки.
- Не перевантажувати робочу площадку (сходи) навантаженням вище норми, розрахованої для даної площадки (сходів).
- Не використовуваний у даний момент інструмент зберігати в переносній інструментальній шухляді, матеріали зберігати в закритій металевій тарі.
- Покладені на висоті матеріали й інструмент встановлювати і закріплювати надійно, щоб виключити падіння.
- Вимоги після закінчення роботи
- Забрати інструмент і пристосування, упорядкувати робоче місце.
- Відключити від мережі механізований інструмент; після повної зупинки частин що рухаються. Очистити його механізми.
- Продути шланги пневматичного інструмента. Після скидання тиску роз'єднати їх і забрати у відведене місце. Фарборозпилювачі й шланги наприкінці зміни потрібно очистити й промити від залишків лакофарбових матеріалів. Пневматичні розпилювачі варто промивати й протирати 1 раз у зміну - по закінченні зміни. Для промивання варто застосовувати розчинники (уайт-спірит, сольвент, ксилол).
- Фарборозпилювачі в установці безповітряного розпилення після кожної зміни необхідно промивати в розчиннику і продувати стисненим повітрям протягом 10... 15 хвилин.

– Зняти спецодяг, спецвзуття і привести їх у порядок. Спецодяг повинен зберігатися на виробництві; його варто прати не рідше 1 раз на 10 днів. Спецодяг прати механізованим способом у мильно-содовому розчині протягом 30 хвилин при температурі 70...80 °С.

– Спецодяг, облитий розчинником, варто негайно замінити чистим.

– Індивідуальні засоби захисту очистити й здати на зберігання.

– Приведене в порядок робоче місце здати змінникові і повідомити його і майстра (виконроба) про всі неполадки, що малися, у роботі і про міри, прийняті до їх усунення.

ВИСНОВКИ

Важливим аспектом, який було виявлено під час дослідження, є не лише забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій на етапі їхнього створення, але і необхідність в підвищенні вогнестійкості вже існуючих будівель та споруд. Сучасна реальність вимагає уваги до старих об'єктів, які можуть не відповідати сучасним стандартам безпеки. Це стає особливо актуальним у випадку реставрації і реконструкції старих будівель для нових функціональних цілей.

Варто відзначити, що не існує універсального підходу до підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій, оскільки кожна будівля має свої особливості і умови експлуатації. Наприклад, вогнезахисні заходи для житлових будівель можуть відрізнятися від заходів для промислових комплексів або громадських споруд. Тому важливим є індивідуальний підхід до кожного об'єкта з урахуванням його призначення, матеріалів, з яких він зведений, і можливих загроз.

У цій кваліфікаційній роботі було зроблене обоснування необхідності використання будівельних конструкцій з нормованим ступенем вогнестійкості та підвищення ступеню вогнестійкості вже існуючих та експлуатуємих будівель та споруд.

Було проведено дослідження існуючих технологій захисту або обробки будівельних виробів і конструкцій а також нових тенденцій у сфері вогнезахисту, яке доводить необхідність використання новітніх методів підвищення ступеню вогнестійкості існуючих будівельних конструкцій під час експлуатації

Були пропрацьовані усі види новітніх та існуючих на цей час методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій на прикладах деяких видів вогнезахистних матеріалів

Один із головних висновків полягає у тому, що вибір вогнезахисного рішення має бути обґрунтований не лише з точки зору безпеки, але й з економічної перспективи. Витрати на вогнезахист несуть на себе економічні наслідки, тому оптимізація вибору матеріалів та методів може допомогти досягти балансу між вартістю та безпекою.

У світлі швидкого розвитку наукових досліджень та технологій, важливо постійно вдосконалювати методи вогнезахисту. Сучасні інновації у сфері матеріалознавства, інженерії та хімії дозволяють розробляти більш ефективні та довговічні вогнезахисні рішення, що можуть значно підвищити ступінь вогнестійкості будівель.

Отже, дана кваліфікаційна робота демонструє, що вогнестійкість і безпека будівель є невід'ємною частиною сучасного будівництва. Дослідження вогнезахисних технологій та їхнє раціональне використання в експлуатації є ключовими факторами для забезпечення тривалої та безпечної експлуатації будівельних об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила з вогнезахисту: наказ Міністерства внутрішніх справ України 26.12.2018 року № 1064. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 14 березня 2019 р. за № 259/33230.
2. Стоєцький В. Не зайва обережність. Все про вогнезахист матеріалів та поверхонь. *Охорона праці і пожежна безпека*. 2019. №10.
3. ДСТУ EN 13501-1:201_ Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь (EN 13501-1:2007+A1:2009, IDT) (проект, остаточна редакція) Київ.
4. Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів (продукції). постанова від 20.12.2006 р. № 1764 Київ.
5. ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК)
6. А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, Ю.В. Луценко. Вогнезахисне оброблення будівельних матеріалів і конструкцій: навч. посіб./ Миргород. – Х.: НУЦЗУ, КП "Міська друкарня", 2011. – 176 с.
7. ДСТУ Б В.1.1-4-98 Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Зі зміною № 1. Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки (УкрНДІПБ) МНС України.
8. ДБН В.1.1.-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». Український науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ.

9. Вогнезахист будівельних конструкцій URL: <https://ammokote.com/uk/vognezahist-budivelnih-konstruksij/>. (дата звернення: 14.09.2023).

10. Калафат К. В. Вітчизняний ринок вогнезахисних матеріалів для будівельних конструкцій. *КАПбудівництво* №4, 2018 с.36.

11. Рекомендації щодо вибору вогнезахисту. URL: <https://uscc.ua/rekomendatsii-schodo-vyboru-vognezahistu> (дата звернення: 14.09.2023).

12. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Видання офіційне. Київ. Мінрегіон України 2016.

13. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 14.06.2016.

14. Основні етапи вогнезахисту URL: <https://uscc.ua/osnovni-etapy-vognezahistu> (дата звернення: 14.09.2023).

15. Т.М. Пащенко, З.І. Світла. Будівельне матеріалознавство 2011. – 176 с.

16. Бондаренко С. Ринок вогнезахисних матеріалів України. *КАПбудівництво* 2019 № 7-8. с.24

17. Вогнезахист дерев'яних конструкцій. URL: <https://ammokote.com/uk/products/wood-structures-uk/> (дата звернення: 12.09.2023).

18. Засіб вогнебіозахистний «Аммокоте WW» для дерев'яних конструкцій і виробів (фарба вогнезахистна). Регламент робіт з вогнезахисту. РРW -06/2022/WW 31.05.2022.

19. Вогнезахист металоконструкцій. URL: <https://ammokote.com/uk/products/steel-structures-uk/> (дата звернення: 12.09.2023).
20. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ). 05.05.2016.
21. Засіб вогнезахисний «Аммокоте MW-90» для сталевих будівельних конструкцій.(фарба вогнезахисна). Регламент робіт з вогнезахисту. РРВ-02/2020/MW90. 17.06 2020 р.
22. ДСТУ EN 16623:2015uk: Фарби та лаки. Реакційні покриття для вогнезахисту металевих поверхонь. Визначення, вимоги, властивості та маркування (EN 16623:2015, IDT).
23. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування. Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція). 08.08.2013.
24. Вогнезахист кабелів та кабельних ліній. URL: <https://ammokote.com/uk/products/cables-uk/> (дата звернення: 12.09.2023).
25. Засіб вогнезахисний «Аммокоте MF-180» для кабелів та кабельних ліній (фарба вогнезахисна). Регламент робіт з вогнезахисту.РРВ-02/2020/MF180. 17.08 2020 р.
26. ДСТУ EN IEC 60332-3-21:2019 Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 3-21. Випробування вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках, на вертикальне поширювання полум'я. Категорія А F/P (EN IEC 60332-3-21:2018, IDT; IEC 60332-3-21:2018, IDT).
27. Про внесення змін до Технічного регламенту щодо обмеження викидів летких органічних сполук унаслідок використання органічних розчинників у лакофарбових матеріалах для будівель та ремонту колісних

транспортних засобів. наказ 19.08.2021 № 444-21 22 жовтня 2021 р. за № 1367/36989.