

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

Кафедра Промислове та цивільне будівництво  
(повна назва)

## Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр  
(рівень вищої освіти)

на тему: Аналіз методів захисту металевих конструкції за допомогою  
сучасних вогнезахисних матеріалів

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб

Пікуш Віталій Вікторович

(прізвище та ініціали)

Спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма

промислове і цивільне будівництво

(шифр і назва)

Керівник доцент, к.т.н. Полтавець М.О.

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





Рецензент проф., д.т.н. Арутюнян І.А.

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

Запоріжжя – 2023 року



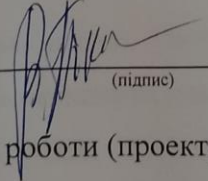
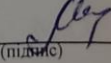
## 6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Полтавець М.О.		
Розділ 2	Полтавець М.О.		
Розділ 3	Полтавець М.О.		

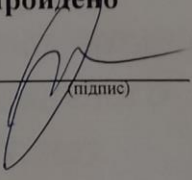
7 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретична база предмету дослідження пасивного вогнезахисту	з 01.10 по 24.10.2022	
2	Використання та класифікація матеріалів для вогнезахисту металевих конструкцій	з 25.10 по 15.11.2022	
3	Аналіз практичного використання вогнезахисту металоконструкцій на об'єкті критичної інфраструктури.	з 16.11 по 06.12.2022	

Студент  (підпис) В.В. Пікуш (ініціали та прізвище)Керівник роботи (проекту)  (підпис) М.О. Полтавець (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  (підпис) Данкевич Н.О. (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Пікуш В.В. Аналіз методів захисту металевих конструкції за допомогою сучасних вогнезахисних матеріалів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник М.О. Полтавець, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2023.

У роботі проведено аналіз використання сучасних будівельних методів вогнезахисту металевих конструкцій у критичній інфраструктурі, яка має важливе значення для цивільного населення. Це дослідження має на меті аналізування практичного використання цих методів. Застосування загальносистемного підходу до аналізу дозволило розглянути основні методи вогнезахисту. Аналіз проведено з метою оцінки технічного стану вогнезахисного покриття металоконструкцій у будівлях критичної інфраструктури.

У роботі також розглядається аналіз ринку вогнезахисних матеріалів, оскільки постійно розробляються нові вітчизняні та імпорتنі засоби вогнезахисту. З урахуванням широкого спектру вогнезахисних матеріалів і технологій, перед проектувальниками та забудовниками постає завдання здійснити оптимальний вибір засобів пасивного вогнезахисту для конкретних об'єктів.

*Ключові слова: Металоконструкції, аналіз протипожежного захисту, вогнезахист металевих конструкцій, пасивний вогнезахист, сучасні матеріали.*

Пікуш В.В., Полтавець М.О. Аналіз методів захисту металевих конструкції за допомогою сучасних вогнезахисних матеріалів. *Збірник наукових праць III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ».* Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2023.

## REPORT

Pikush V. Analysis of methods of protection of metal structures using modern fire-resistant materials.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor M.O. Poltavets, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2023.

The work analyzes the use of modern construction methods of fire protection of metal structures in critical infrastructure, which is important for the civilian population. This study aims to analyze the practical use of these methods. The application of a system-wide approach to the analysis made it possible to consider the main methods of fire protection. The analysis was carried out in order to assess the technical condition of the fire-resistant coating of metal structures in critical infrastructure buildings.

The work also considers the analysis of the market of fire protection materials, as new domestic and imported fire protection products are constantly being developed. Taking into account a wide range of fire-resistant materials and technologies, designers and builders are faced with the task of making the optimal choice of passive fire protection means for specific objects. *Keywords: Metal structures, fire protection analysis, fire protection of metal structures, passive fire protection, modern materials.*

Пікуш В.В, Полтавець М.О. Аналіз методів захисту металевих конструкцій за допомогою сучасних вогнезахисних матеріалів. *Збірник наукових праць III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ».* Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2023.

## ЗМІСТ

	<b>ВСТУП</b>	7
1	<b>ТЕОРЕТИЧНА БАЗА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСИВНОГО ВОГНЕЗАХИСТУ</b>	10
1.1	Загальні відомості про вогнезахист металоконструкцій	10
1.2	Методи вогнезахисту металоконструкцій	13
1.3	Поверховий аналіз основних матеріалів сертифікованих в Україні	21
2	<b>ВИКОРИСТАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ КОСНТРУКЦІЙ</b>	26
2.1	Класифікація за пожежною небезпекою	26
2.2	Вогнезахист металів та легування у будівництві	34
2.3	Основні засоби вогнезахисту металевих конструкцій	36
3	<b>АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ НА ОБ'ЄКТИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ</b>	51
3.1	Загальні положення та характеристика об'єкту	51
3.2	Вибір вогнезахисного матеріалу	53
3.3	Організація та технологія виконання робіт	55
3.4	Приклад розрахунку вогнезахисного покриття	69
	Висновки	74
	Перелік використаних джерел	77

## ВСТУП

Разом з натуральним каменем, бетоном і деревом, метал (зокрема, сталь) є одним з найпоширеніших матеріалів, який використовується в будівництві і архітектурі кожного будинку. Проте, під впливом вогню і високих температур пожежі, металоконструкції, такі як балки, колони, арматура і інші конструктивні елементи зі сталі, втрачають свої характеристики і ведуть себе непередбачувано.

Одним з основних завдань металоконструкцій у будівельній і архітектурній сферах є забезпечення міцності будівлі та захисту від її обвалення під власною вагою. Однак, надійність і міцність конструкцій зберігаються лише за умов нормальних, середньостатистичних температур оточуючого середовища. Під впливом екстремально високих температур під час пожежі, метал стає гнучким і пластичним. Досвідчені тести та дослідження показують, що максимальний час ефективного опору цього матеріалу вогню становить лише 5 хвилин - балки, арматура і колони починають плавитися і деформуватися, що може призвести до обвалення всієї конструкції.

Крім матеріальних збитків, обвалення може привести до людських жертв - мешканці, персонал, робітники і службовці не встигнуть евакуюватися з охопленої вогнем будівлі. Обробка сталевих елементів протипожежним складом - важлива складова системи безпеки будь-якої житлової, офісної, виробничої, складської чи торгово-розважальної споруди. В Україні вона регламентується двома нормативними документами - Правилами з вогнезахисту та державним стандартом ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Крім стандартних методів вогнезахисту, таких, наприклад, як використання штукатурки і цегляної кладки по сталевій основі, сучасний ринок пропонує спеціальні матеріали і склади, які забезпечують більш якісний і сучасний захист від вогню і високої температури. Найчастіше вони використовуються для несучих елементів зі сталі, які неможливо прикрити

бетонною, штукатурною або цегельною подушкою через місця їх розташування, особливості дизайну або технічні особливості будівлі.

**Актуальність теми.** Якісна вогнезахисна обробка металевих конструкцій є важливим елементом для забезпечення тривалої експлуатації, надійності та безпеки будівельних споруд. Виявилося, що навіть такі міцні сталеві несучі елементи конструкцій, як балки та колони, під впливом високих температур можуть деформуватися та втрачати свою несучу здатність. Оскільки металеві каркаси використовуються практично в усіх сферах будівництва, дотримання норм вогнезахисної обробки та використання перевірених та сертифікованих засобів є надзвичайно важливими, особливо в умовах сучасного будівельного ринку, який має обмежений контроль.

**Мета дослідження.** Вивчення, аналіз та дослідження вогнезахисту металевих конструкцій є важливим етапом у забезпеченні безпеки та надійності будівельних споруд

**Об'єкт дослідження:** Один із ключових аспектів теоретичної інформації є вивчення різних методів протипожежного захисту металоконструкцій ферм, таких як застосування спеціальних покриттів, огорожень, використання огнезахисних матеріалів тощо. Цей аналіз дозволяє з'ясувати оптимальні рішення та визначити найбільш ефективні методи захисту металоконструкцій ферм від пошкоджень під час пожежі.

**Предмет дослідження:** ефективність використання вогнезахисних матеріалів.

**Основні задачі:**

– аналіз джерел щодо об'єкту дослідження процесів вогнезахисту: проведення систематичного огляду наукової літератури, нормативних документів та інших джерел, що стосуються протипожежного захисту металоконструкцій ферм;

– виявлення проблемних аспектів існуючих методів та матеріалів вогнезахисту, а також аргументація необхідності вдосконалення цих процесів для забезпечення вищого рівня безпеки і захисту металоконструкцій ферм;



- аналіз обстеження фактичного технічного стану вогнезахисних покриттів в умовах експлуатації: проведення огляду та оцінки фактичного стану існуючих вогнезахисних покриттів на металоконструкціях ферм, враховуючи їх стійкість до пожежі, зносу та інших експлуатаційних факторів.аналіз відбору зразків ВЗМ для проведення лабораторних досліджень;

- оцінка технічного стану вогнезахисних покриттів.

**Методи дослідження:** Методологічну і теоретичну основу досліджень склали практичні навички та аналіз сучасних будівельних матеріалів в галузі будівництва та вогнезахисту.

**Наукова новизна:** В результаті аналізу літературних джерел і публікацій було виявлено, що проблематику причин неякісного виконання вогнезахисту в Україні об'єктивно не було досліджено.

**Апробація.** Тематика даного дослідження була розроблена на кафедрі промислового та цивільного будівництва ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ.

# 1 ТЕОРЕТИЧНА БАЗА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСИВНОГО ВОГНЕЗАХИСТУ

## 1.1 Загальні відомості про вогнезахист металоконструкцій

Останніми роками все більш широкого застосування набуває зведення будівель та споруд каркасного типу, де одними з основних будівельних матеріалів є металеві конструкції. Використання металевих конструкцій має численні переваги, такі як висока міцність, невелика вага, надійність, непроникність, легкість у складанні та монтажі, можливість створення складних форм тощо. Однак, серед недоліків металевих конструкцій особливо слід відзначити їх обмежену вогнестійкість, що становить приблизно 15 хвилин. При виникненні пожежі, такі конструкції швидко втрачають свою несучу та фізичну стійкість, що може призвести до катастрофічних наслідків та великих матеріальних збитків. З урахуванням зазначеного, актуальним завданням є пошук нових та ефективних способів підвищення межі вогнестійкості металевих будівельних конструкцій до вимог нормативних показників [1,2,5,6,44].

У сучасних умовах науково-технічного прогресу та розвитку економіки спостерігається швидке зростання будівництва промислових, житлових, складських та інших будівель та споруд. Архітектори впроваджують нові складні та нетипові конструктивно-планувальні рішення. Під час будівництва широко використовуються металеві будівельні конструкції або їх комбінації з традиційними будівельними матеріалами, такими як бетон, цегла, теплоізоляційні матеріали тощо. Дуже широко під час зведення будівель використовують металеві будівельні конструкції або їх поєднання з традиційними будівельними матеріалами, такими як бетон, цегла, різні теплоізоляційні матеріали тощо. Металеві конструкції є основними елементами,

які сприймають навантаження, що діють на будівлі та споруди. Прикладами таких конструкцій є балки, ферми колони, прогони, мостові конструкції, споруди для ліній електропередач та інші. Останніми роками набуває широкого застосування зведення будівель та споруд каркасного типу, де одними з основних будівельних матеріалів є саме металеві конструкції. Безперечно, що до переваг використання металевих конструкцій необхідно віднести їх високу міцність, невелику вагу, надійність, непроникність, легкість при компонуванні та зборі, можливість надання таким конструкціям різноманітних складних форм тощо [30,31,44 ].

Але попри свої значні переваги, одним з основних недоліків металевих конструкцій є невелика межа вогнестійкості, що становить близько 15 хв, відповідно при виникненні пожежі, ці конструкції дуже швидко втратять свої несучі та фізичні властивості, що в свою чергу призведе до катастрофічних наслідків та великих матеріальних збитків [25-30].

Враховуючи вищезазначене, залишається актуальним завдання щодо пошуку нових та ефективних способів підвищення межі вогнестійкості металевих будівельних конструкцій до нормативних показників. Для вирішення цього завдання першочергово необхідно проаналізувати існуючі способи та методи підвищення межі вогнестійкості металевих будівельних конструкцій шляхом їх вогнезахисту.

Одним з ефективних та широко розповсюджених способів вогнезахисту металевих конструкцій є застосування інтумесцентних реактивних покриттів. Наукові праці та дослідження щодо застосування таких покриттів зосереджені на пошуку нових ефективних складів речовин, які під дією температур пожежі будуть захищати металеву конструкцію а відповідно і підвищувати її межу вогнестійкості до нормованого класу. У праці [1] дослідження спрямовані на вивчення впливу поліфосфату амонію і графіту, що розширюється на склад та поведінку спучуваного покриття. Стабільність розробленого покриття перевірялась при 950 °С протягом 1 години. Результати показали, що покриття стабільне і добре зчеплюється зі сталеву основу. У роботі [2] описується

вплив доломітової глини на теплозахисні характеристики пасивного вогнезахисного покриття. Вогнезахисну ефективність покриття, посиленого доломітовою глиною, оцінювали за допомогою випробування на вогнестійкість з використанням пальника Бунзена, відповідно до ASTM E-119 [3]. Результати показали, що після 1 години впливу вогню доломітове

армування в рецептурі IFRC знижувало температуру сталеві основи до 180 °С. У статті [4] автори представили детальний огляд наповнювачів, які можна використовувати в інтумесцентних реактивних покриттях на основі органічних смол. У [5] висвітлені нові тенденції захисту сталевих конструкцій із застосуванням силіконових смол у фарбах, що спучуються. Представлено вплив структури силіконової смоли та типу наповнювача на властивості обвуглення, що утворюється під час термічного розкладання інтумесцентного покриття. Sami Ullah та ін. розробили та випробували вогнезахисні інтумесцентні покриття з такими складниками: поліфосфат амонію, тригідрат алюмінію, графіт, що розширюється, меламін, борна кислота, змішана з епоксидною смолою бісфенолу А та поліамідним затверджувачем. Особливістю проведених досліджень було те, що розробленим покриттям захищали металеві конструкції різних геометричних форм: Т-подібні з'єднання, двотаврові балки та труби [6].

У працях [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] представлені дослідження інтумесцентних реактивних покриттів, а саме: атмосферостійкість, експлуатаційні властивості, співвідношення наповнювачів, вплив добавок на ефективність покриттів, стійкість до агресивних середовищ, термічна деградація, водостійкість, димоутворення, вивітрювання тощо. При вогнезахисному штукатуренні особливу увагу необхідно приділити складу нанесеного штукатурного покриття та умовам його експлуатації. У [15] як пасивні системи протипожежного захисту досліджувалися легкі розчини, активовані лугом, отримані активацією вугільної золи при кімнатній температурі. Фізичні, механічні та термічні властивості досліджували як функцію молярного співвідношення Si/Al та кількості легкого заповнювача і

піноутворювача. Результати показали, що оптимізовані легкі розчини, активовані лугом, здатні перевершувати альтернативні комерційні розчини на основі цементу. Kielé A. та інші [16] досліджували вогнезахисну штукатурку, яка складалася з активованого лугом подрібненого гранульованого доменного шлаку з додаванням фосфогіпсу, наповнювача піску та поліпропіленового волокна. Покриття піддавалось впливу температури 1000 °С. Після впливу температури волокна розплавилися, залишивши мережу каналів, які дають змогу водяній парі виходити, відповідно внутрішній тиск зменшувався та не відбувалось руйнування покриття. Вогнезахисні штукатурні покриття використовують для захисту металевих балок, колон різного перерізу, повітроводів тощо [17, 18, 19,44].

Також одним з розповсюджених способів вогнезахисту металевих будівельних конструкцій є використання облицювальних матеріалів.

Широкого застосування набули гіпсократонні листи, магнезитові, гіпсоволокнисті та вермикулітові плити, композитні панелі, плити з базальтовими волокнами тощо. Дослідження вогнезахисних властивостей цих облицювальних матеріалів викладено у [20, 21, 22, 23, 24,44].

## **1.2 Методи вогнезахисту металоконструкцій**

Виклад основного матеріалу. Відповідно до Правил з вогнезахисту [25] вогнезахисні засоби, залежно від методу захисту, розділяють на пасивні та реактивні.

До пасивних методів вогнезахисту належать заходи, які залишаються незмінними під час впливу температури і мають вогнезахисну ефективність, що забезпечується їх теплофізичними властивостями. Ці методи включають просочування, облицювання, штукатурення, покриття тощо, будівельних конструкцій для їх захисту.

До реактивних методів вогнезахисту належать заходи, за яких під впливом температури відбуваються хімічні реакції, що призводять до збільшення (пеніння) розмірів і формування пористого теплоізоляційного шару, що захищає об'єкт від високих температурних впливів. Реактивні методи включають нанесення фарб, лаків, пасти, покриття тощо на будівельну конструкцію [24,29].

Серед методів вогнезахисту будівельних матеріалів можна виділити вогнезахисне просочування, оброблення та заповнення, які використовуються в залежності від властивостей вогнезахисних матеріалів, об'єкта вогнезахисту та умов його експлуатації.

Також слід відмітити, що, згідно з [26] вогнезахисні матеріали поділені на типи, залежно від конструкції, що захищається, зокрема це:

- горизонтальні захисні екрани;
  - вертикальні захисні екрани;
  - матеріали для захисту несучих бетонних конструкцій;
  - матеріали для захисту несучих сталевих конструкцій;
  - матеріали для захисту сталезалізобетонних конструкцій;
  - матеріали для захисту несучих сталевих колон, заповнених бетоном;
  - матеріали для захисту несучих дерев'яних конструкцій;
  - матеріали, що підвищують межу вогнестійкості протипожежних перешкод для яких не регламентовано значення несучої здатності;
  - матеріали, що підвищують межу вогнестійкості інженерних систем будівель і споруд.
- Вибір вогнезахисного засобу необхідно здійснювати з врахуванням факторів, що будуть впливати на його термін придатності та експлуатаційної надійності. До таких факторів відносяться: температура експлуатації, поперемінне заморожування і відтавання, вологість (водяна пара), рідкі атмосферні опади, вплив ультрафіолетових променів, забруднення середовища експлуатації (біологічне, комунальне, промислове тощо).

Спосіб та засіб вогнезахисту металевих конструкцій буде залежати від таких чинників:

- необхідна межа вогнестійкості будівельної конструкції;
- розмір та форма будівельної конструкції;
- навантаження на конструкцію;
- особливості розташування об'єкта захисту;
- умови експлуатації вогнезахисного матеріалу тощо.

Слід зазначити, що вибір вогнезахисного матеріалу прямо залежить від умов його експлуатації. Так [27, 28, 29] визначено чотири категорії використання вогнезахисних матеріалів залежно від умов навколишнього середовища: X, Y, Z1, Z2.

Категорією X визначено, що вогнезахисні матеріали можуть використовуватись за будь-яких умов (всередині приміщень, частково захищені простори і приміщення та відкритий простір). Категорія Y передбачає використання вогнезахисних матеріалів всередині приміщень та у частково захищених просторах і приміщеннях, де можлива температура нижче 0 °C, але без впливу дощу та з обмеженим впливом ультрафіолетового випромінювання, при цьому ефект впливу ультрафіолету не оцінюється. До категорії Z1 та Z2 відносять вогнезахисні матеріал, що призначені для використання всередині приміщень за відносної вологості повітря не нижче ніж 85 % та нижче 85 % відповідно, за винятком випадків, коли температура навколишнього середовища є від'ємною.

Документом також визначено відповідність та взаємозамінність категорій виробів та матеріалів (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Відповідність та взаємозамінність категорій виробів та матеріалів залежно від умов навколишнього середовища

Категорія	X	Y	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>
Відповідність/ взаємозамінність	тільки X	X, Y	X, Y, Z <sub>1</sub>	X, Y, Z <sub>1</sub> , Z <sub>2</sub>

Вогнезахист металевих будівельних конструкцій шляхом фарбування / лакування. Для реалізації цього способу вогнезахисту будівельних металевих конструкцій найбільш розповсюдженим є застосування реактивних (інтумесцентних) вогнезахисних покриттів. Інтумесцентні вогнезахисні покриття являють собою матеріал, що нанесений тонким шаром на металеву конструкцію для підвищення її межі вогнестійкості при пожежі. Ці покриття під дією високих температур утворюють пористий теплоізоляційний шар завдяки спучуванню та збільшенню у розмірах, що і сприяє зниженню теплопровідності на поверхні металевої конструкції.

Основні характеристики інтумесцентних фарб наведено у таблиці 1.2 [30]

Таблиця 1.2 - Характеристики основних видів інтумесцентних фарб

<b>Властивості</b>	<b>Водні</b>	<b>Органорозчинні</b>	<b>Епоксидні</b>	<b>З терморозширеним графітом</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Умови нанесення	Вище 5 °С, вологість не впливає	Вище 0 °С, вологість до 80%	Вище 5 °С, вологість до 80%	Вище 0 °С, вологість до 80%
Експлуатація	Всередині приміщень	Всередині приміщень	Всередині і зовні приміщень	Всередині і зовні приміщень
Легкі органічні сполуки	Практично відсутні	До 35%	До 20%	До 65%
Час висихання	8 год	8 год	24 год	10 год
Токсикологічні фактори	Мінімальний вплив	Шкідливо для здоров'я і навколишнього середовища	Середній рівень впливу	Шкідливо для здоров'я і навколишнього середовища
Режим пожежі	Стандартний	Стандартний	Стандартний і вуглеводневий	Стандартний і короткочасний вуглеводневий

У [27] визначено, що система реактивного покриття складається з ґрунтовки, самого реакційноздатного покриття та верхнього (фінішного) покриття. У деяких випадках використовується армувальна сітка. Ґрунтовка наноситься безпосередньо на сталеву поверхню для захисту від корозії та забезпечує адгезію реакційноздатного покриття. На ґрунтову поверхню наноситься реакційноздатне покриття, що забезпечує хімічну реакцію (спучування) при нагріванні. Фінішне покриття наноситься на реакційноздатне покриття для захисту від впливу навколишнього середовища.



Вигляд будівельної металевої конструкції з нанесеним вогнезахисним інтумесцентним покриттям представлено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Вигляд будівельної металевої конструкції з нанесеним вогнезахисним інтумесцентним покриттям до та після пожежі

На сучасному ринку як України, так і світу представлена велика кількість фарб та лаків, що призначені для підвищення межі вогнестійкості будівельних металевих конструкцій. Перелік та основні характеристики сертифікованих в Україні реактивних (інтумесцентних) вогнезахисних покриттів представлено в таблиці 1.3 [31].

Таблиця 1.3 - Вогнезахисні фарби (лаки), що сертифіковані в Україні

Власник сертифіката/ Виробник	Вогнезахисне покриття	Тип вогнезахисного покриття	Клас вогнестійкості	Термін експлуатації покриття
1	2	3	4	5
ТОВ «КОВЛАР ГРУП» (Україна)	Вогнезахисна речовина Ammokote MS-90	Інтумесцентна фарба на органічному розчиннику	R120	25 років
«TREMCO ILLBRUCK COATINGS LIMITED» (Великобританія)	Вогнезахисна речовина NULLIFIRE - SC801 intumescent bastcoat	Інтумесцентна фарба на водній основі	R150	20 років
ВАТ «Інтер Балтік Групп» (Україна) / Фірма «International Paint Limited» (Великобританія)	Вогнезахисна речовина «Interchar 2060»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на органічному розчиннику	R30-R90	15 років

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
«J.F. Amonn SpA / AG» (Італія)	Вогнезахисна речовина «Amotherm Steel SB»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на органічному розчиннику	R90	20 років
	Вогнезахисна речовина «Amotherm Steel WB»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі	R30-R90	20 років в приміщ., 10 років при дії на-вкол.сер.
«svt Brandschutz Vertriebsgesellschaft mbH International» / (Німеччина)	Вогнезахисна речовина «Pyro-safe Flammoplast SP-A2» с лаком захисним «SP-2»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі	R45-R90	25 років
ВАТ «Бритиш Ритейл» (Україна) illbruck Limited» танія) / «Tremco Coatings (Великобританія	Вогнезахисна речовина «Nullifire-S 707-60 W aterborne Base»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі	R30-R120	10 років
«Dunamenti Tuzvedelem Zrt.» / (Угорщина)	Вогнезахисна речовина «Polylack A»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на органічному розчиннику	R30-R90	12 років
	Вогнезахисна речовина «Polylack W»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі	R30-R90	15 років
ВАТ «Базис Україна» (Україна) / ВАТ «Спектр» (РФ)	Вогнезахисна речовина «ВД-АК-502 ОВ НЕО»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі	R30-R60	20 років
ВАТ «Файер Протекшн» / (Україна)	Вогнезахисна речовина «Терапласт 146М»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі	R30-R60	не менше 10 років
ВАТ «Науково- виробниче підприємство «Спецматеріали» / (Україна)	Вогнезахисна речовина «Ендотерм 400202»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на органічному розчиннику	R30-R90	не менше 10 років
	Вогнезахисна речовина «Ендотерм ХТ- 150»	Інтумесцентна фарба з термографітом	R30-R60	не менше 12 років
	Система вогнезахисних покриттів «Ендотерм» 170205/Ендотерм 210104	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі /суха будівельна суміш	R30-R90	не менше 10 років
	Вогнезахисна речовина «Ендотерм 170205»	Інтумесцентна поліфосфатна фарба на водній основі		

До переваг інтумесцентних вогнезахисних покриттів слід віднести простоту нанесення на будівельну конструкцію і універсальність. Вони мають широку сферу умов застосування (температура, вологість, вплив навколишнього середовища), досить тривалий термін експлуатації та довговічність. Нанесене покриття не потребує додаткової обробки, має хороші

адгезійні властивості та не впливає на загальний естетичний та архітектурний вигляд захищеної металевої конструкції.

Одним з основних недоліків інтумесцентних покриттів є наявність у їх складі хімічних речовин, які при пожежі можуть мати негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє природне середовище.

Вогнезахист металевих будівельних конструкцій можна здійснити шляхом застосування вогнезахисної штукатурки. Вогнезахисна штукатурка - це будівельна суміш, що складається з цементу (гіпсу) з особливими добавками для підвищення теплоізоляційних та адгезійних властивостей. [25, 30]. При нанесенні вогнезахисної штукатурки на металеву будівельну конструкцію вона утворює захисний теплоізоляційний шар. Зазвичай використовують вогнезахисну штукатурку для забезпечення вогнестійкості металевих будівельних конструкцій протягом 60 хвилин і більше. Вогнезахисні штукатурки зазвичай містять цементно-вермікулітову суміш з комплексом спеціальних добавок, що забезпечують високу адгезію до сталевих поверхонь. Склади постачаються у вигляді сухих будівельних сумішей, які наносяться на поверхню металевих конструкцій з товщиною 10-40 мм в залежності від потрібного класу вогнестійкості, досягаючи R240.

Основні характеристики вогнезахисних штукатурок наведено у таблиці 4 [30].

Таблиця 1.4 - Характеристики основних видів вогнезахисних штукатурок

Властивості	Цементні	Гіпсові
Умови нанесення	Вище 5 °С, вологість не впливає	Вище 0 °С, вологість не впливає
Експлуатація	Всередині і зовні приміщень	Всередині приміщень (без захисного шару)
Леткі органічні сполуки	Ні	Ні
Час первинного висихання	24 год	3 год
Час набору основних характеристик міцності	28 діб з періодичним зволоженням поверхні	7 діб
Токсикологічні фактори	Мінімальний вплив	Мінімальний вплив
Режим пожежі	Стандартний	Стандартний

Одним з основних способів нанесення вогнезахисних штукатурок є напівсухе торкретування та механічний набрызк [32]. Перед нанесенням

вогнезахисних штукатурних покриттів поверхні очищують від іржі, бруду, фарби, пилю, масел, жирових та бітумних плям, солей, залишків бетону та розчину.

Перед нанесенням штукатурки методом набризку необхідно змочити поверхні водою, щоб забезпечити краще зчеплення штукатурки з основою. Вогнезахист металевих будівельних конструкцій шляхом штукатурення також передбачає використання армувальної сітки, яка зазвичай розташовується на відстані 5-15 мм від оброблюваної поверхні. Відстань між армувальною сіткою та захищеною конструкцією залежить від товщини вогнезахисного покриття. При застосуванні вогнезахисних штукатурок важливо контролювати такі технологічні параметри: якість в'язучого матеріалу, об'ємна маса, зерновий склад і вологість наповнювачів, точність дозування компонентів суміші і тривалість їх змішування, об'ємна маса готової суміші, тиск повітря, витрати води для зволоження, товщина нанесеного шару і якість фінішного опорядження поверхні.

На рисунку 2 представлено вогнезахисне штукатурне покриття Protherm Light [33] до впливу пожежі.

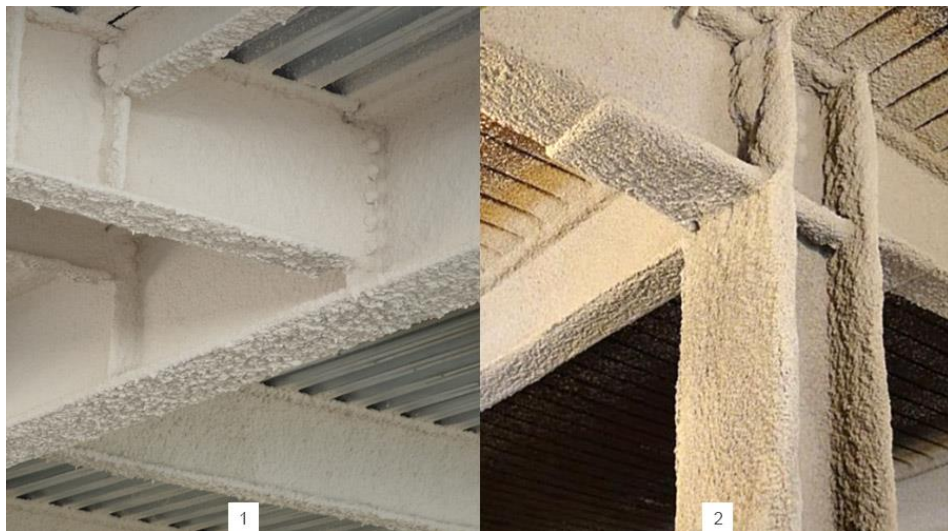


Рисунок 1.2 – Вигляд вогнезахисного штукатурного покриття до впливу пожежі

### 1.3 Поверховий аналіз основних матеріалів сертифікованих в Україні

Перелік та основні характеристики сертифікованих в Україні штукатурних вогнезахисних покриттів представлено в таблиці 1.5 [31].

Таблиця 1.5 - Вогнезахисні штукатурки, що сертифіковані в Україні

Власник сертифіката/ Виробник	Вогнезахисний матеріал	Тип вогнезахис- ного матеріалу	Клас вогнестійкості	Термін експлуа- тації покриття
ТОВ «КОВЛАР ГРУП» «Ammokote GP-240» (Україна)	Вогнезахисне пок- риття Ammokote GP-240	Суша будівельна суміш	R150	≥ 10 років
«PRIJISO» Вогнезахисна штукатурна суміш FIBROGAINE (Франція)	Речовина вогнеза- хисна (суміш)	Суша будівельна суміш	EI30-180	≥ 10 років
ВАТ «Меркор Україна»/ «Teresa Protec- tion Pasiva S.L.» (Іспанія)	Вогнезахисна реч- овина «Tescwoll F»	Суша будівельна суміш	R60 – R210	≥ 10 років
ПП «ДСС ГРУП»(Укра- їна)/ «Protection pasiva 2000, S.L.» (Іспанія)	Вогнезахисне пок- риття «Vermiplaster»	Суша будівельна суміш	R120 – R210	≥ 10 років
ВАТ «Науково- Вогнеза- хисне виробниче під- приємство / «Ендотерм «Спецматеріали» 210104» (Україна)	Вогнезахисне пок- риття «Ендотерм 210104»	Суша будівельна суміш	R75 – R240	≥ 10 років

Завдяки використанню екологічно безпечних компонентів, цей вид вогнезахисту не має негативного впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище. Він також відпорний на гниття та поширення грибків. Штукатурні покриття мають широкий спектр застосування, довгий термін служби і високу тривалість експлуатації. Крім того, навантаження на конструкцію від застосування штукатурного покриття є незначним завдяки щільності сухого покриття, яка становить 400-600 кг/м<sup>3</sup>.

При суттєвих перевагах, існує і ряд недоліків при застосуванні вогнезахисних штукатурних покриттів, зокрема це: трудомісткість робіт, складність використання для захисту конструкцій складних форм (зв'язків будівельних конструкцій та елементів), обмеження застосування при підвищеній вологості. Цей спосіб вогнезахисту також буде впливати на

загальний естетичний вигляд захищеної конструкції. На рисунку 3 зображено металеві конструкції, що оброблені штукатурним вогнезахисним покриттям.



Рисунок 1.3 – Металеві будівельні конструкції оброблені штукатурним вогнезахисним покриттям

Вогнезахист металевих будівельних конструкцій шляхом облицювання. Вогнезахисне облицювання здійснюється із застосуванням.

Вогнезахист металевих будівельних конструкцій шляхом облицювання. Вогнезахисне облицювання здійснюється із застосуванням кріпильних елементів, клейових розчинів тощо [25,44]. Вогнезахисне облицювання є способом конструктивного вогнезахисту, що забезпечує нормований клас вогнестійкості до R 300.

Облицювання цегляною кладкою чи іншими кам'яними матеріалами застосовується, як правило, для металевих колон чи подібних за функціональними призначенням будівельних конструкцій. При цьому для облицювання необхідно застосовувати цеглу марки не нижче M75, а для цегляної кладки рекомендується застосовувати цементно-піщаний розчин марки не нижче M50. Недоліком цього виду вогнезахисту є велика трудомісткість і вартість, значне збільшення навантаження на фундаменти та основи, неможливість застосування для горизонтальних конструкцій.

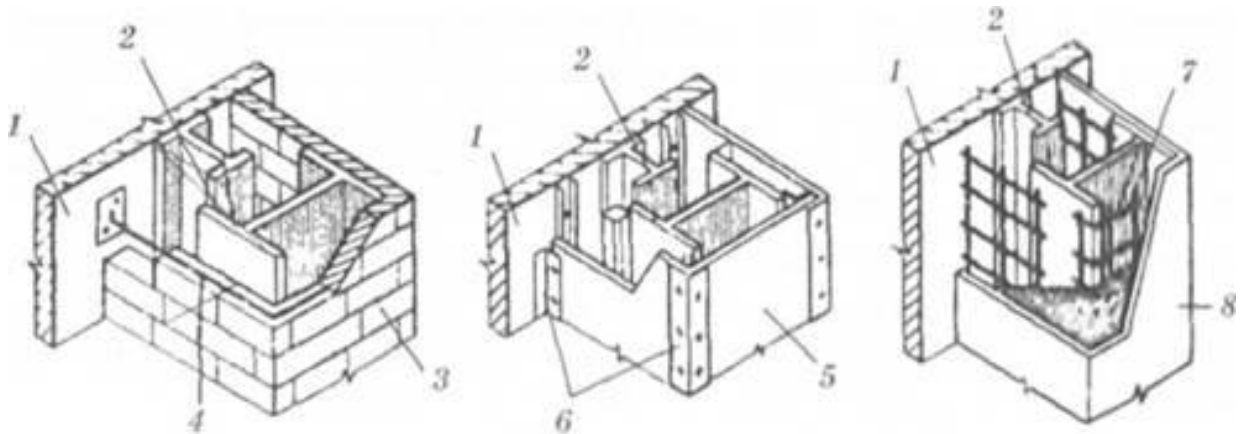


Рисунок 1.4 – Металеві будівельні конструкції, захищені цегляною кладкою

Вогнезахисні плити (рулони) являють собою цілісні, придатні для застосування вироби із відповідними технічними характеристиками. Основними складовимивогнезахисних облицювальних виробів є силікатні, магнезитові, керамзитові, перлітові, азбоцементні, вермікулітові, мінераловатні, гіпсоволокнисті матеріали.

Існує два основні способи монтажу вогнезахисних плит:

1. Складання самонесучого короба з плит;
2. Облицювання з використанням додаткового каркаса.

На рисунку 5 представлено способи монтажу вогнезахисних плит.

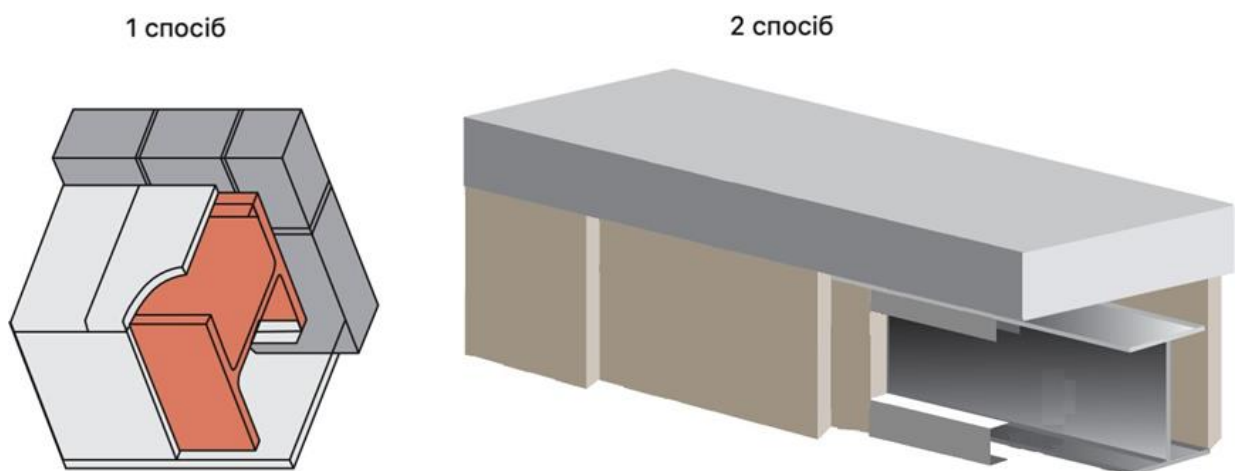


Рисунок 1.5 – Способи монтажу вогнезахисних плит

Також для вогнезахисту шляхом облицювання використовують плити з пористих (легких) бетонів [34, 35]. Це обґрунтовано низькою теплопровідністю пористих бетонів, простим механічним обробленням, невеликою вагою (порівняно з цегляною кладкою або бетоном, у 1,5 – 2 рази легше, оскільки об'ємна частка повітря може досягати 85 %), негорючістю, довговічністю та надійністю в експлуатації.

Перелік та основні характеристики сертифікованих в Україні вогнезахисних конструктивних матеріалів представлено в таблиці 6 [31].

Таблиця 1.5 - Вогнезахисні конструктивні матеріали, сертифіковані в Україні

Власник сертифіката/ Виробник	Вогнезахисний матеріал	Тип вогнезахисного матеріалу	Клас вогнестійкості	Термін експлуатації
ВАТ «ПТК А+В Україна» Фірма «Promat GmbH» (Німеччина)	Система для вогнезахисту «Promatect- L500»	Силікатні теплоізоляційні плити	R60 - R240	≥ 50 років
ВАТ «Завод теп- лоізоляційних матеріалів ТЕХНО» (Україна)	Плити мінера- ловатні «Техноніколь»	Вогнезахисна плита	R60 – R120	≥ 15 років
ВАТ «Кнауф Гіпс Київ» (Україна)	Плити гіпсо- картонні «Кнауф»	Гіпсокартонна плита	R60 - R180	≥ 15 років
ВАТ «ОБИО» (Україна)	Вогнезахист сталевих кон- струкцій «Izovat»	Плити тепло-ізоляційні з мінеральної вати	R60 - R120	≥ 15 років
ВАТ «Роквул Україна» (Україна) / «Rockwool Polska Sp.z o.o.» (Польща)	Система вогнезахисна «Conlit 150»	Листові вироби з кам'яної вати	R60 - R150	30 років
ВАТ «Науково- виробниче підприємство «Спецматеріали» (Україна)	Плити «Ендотерм 210104»	Вогнезахисна плита	R45 – R240	≥ 25 років

Плитні облицювальні вогнезахисні матеріали мають значну перевагу у своїх екологічних властивостях. За даними виробника, цей метод вогнезахисту володіє значно більшим терміном експлуатації порівняно з вогнезахисним штукатуренням та реактивними покриттями. Використання плитних матеріалів є технологічно простим, не вимагає додаткових обробок або сушіння. Однак, недоліком цього методу вогнезахисту є його вразливість та обмеження використання при підвищеній вологості. Застосування плитних матеріалів



також обмежується необхідністю влаштування спеціальних кріпильних систем і елементів.

На рисунку 6 зображено металеві конструкції, захищені вогнезахисними плитами.

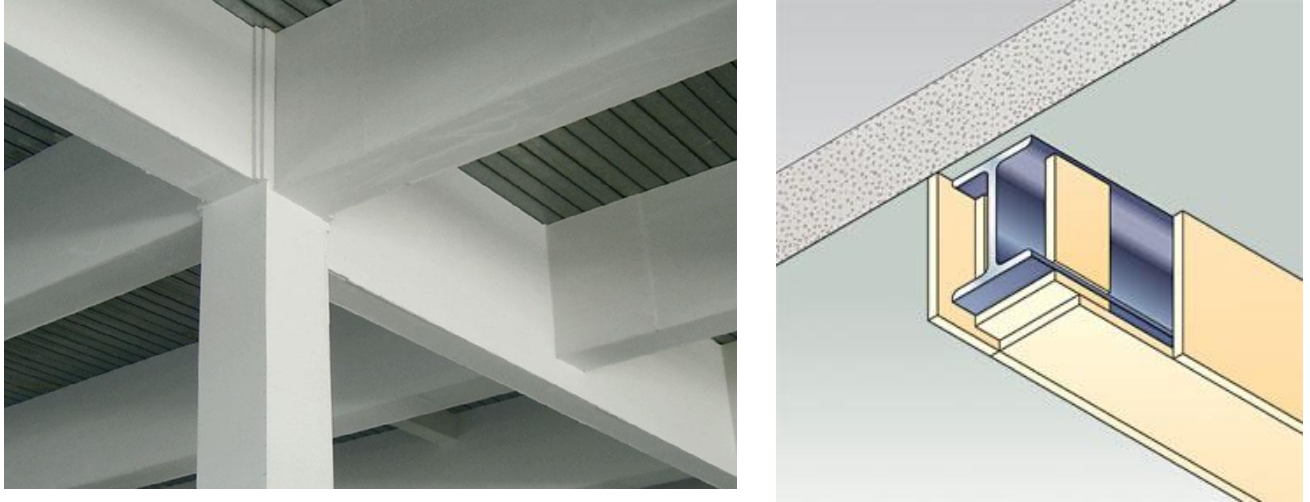


Рисунок 1.6 – Металеві будівельні конструкції, захищені вогнезахисними плитами

## 2 ВИКОРИСТАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ КОСНТРУКЦІЙ

### 2.1 Класифікація за пожежною небезпекою

Під пожежною небезпекою речовин і матеріалів розуміють сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення пожежі. Визначення цих властивостей набуває особливого значення згідно зі стандартом "ДСТУ 2272:2006. ССБТ. Пожежна безпека. Терміни та визначення". У цьому документі головними пожежонебезпечними характеристиками матеріалів є:

- Горючість;
- Займистість;
- Спроможність поширення полум'я;
- Димоутворююча здатність;
- Токсичність продуктів згоряння;
- Кисневий індекс.

Горючість (займистість) – здатність речовини або матеріалу до участі у горінні як відновника, тобто здатність матеріалів до самостійного горіння, або, іншими словами, здатність спалахувати, полум'яно чи безполум'яно горіти (тліти), розповсюджувати горіння. За ДСТУ 2272:2006 за групами горючості матеріали поділяються на:

1) горючі – матеріали (речовини), здатні до участі у горінні в якості відновника, тобто такі, що під впливом вогню або високої температури запалюються або тліють, або обвуглюються і продовжують горіти або тліти, або обвуглюватися після усунення джерела запалювання (деревина, більшість полімерних матеріалів, руберойд);

2) вогнезахищені – матеріали або вироби (конструкції), знижена пожежна небезпечність або вогнетривкість яких є наслідком вогнезахисного оброблення;

3) займисті – горючі речовини або матеріали, здатні до участі у полум'янистому горінні;

4) важкогорючі – ті (речовини, матеріали), що під впливом вогню або високої температури запалюються або тліють, або обвуглюються і продовжують горіти або тліти, або обвуглюватися за наявності джерела запалювання, а після його усунення горіння або тління припиняється (фіброліт, асфальтові бетони та розчини і т. п.);

5) негорючі - ті (речовини, матеріали), що під впливом вогню або високої температури не запалюються, не тліють і не обвуглюються (бетон, цегла, природні кам'яні матеріали, сталь і т. д.).

Показник горючості - відношення енергії, що виділяється зразком при згорянні, до енергії, витраченої на його запалювання.

Займистість – здатність горючої речовини або горючого матеріалу полуменево горіти.

Спроможність до розповсюдження полум'я – здатність матеріалів до розповсюдження полум'я по поверхні та виділення тепла.

Димоутворююча здатність – здатність матеріалів до утворення диму при полум'яному горінні або тлінні.

Токсичність продуктів згорання характеризує здатність матеріалів до утворення при полум'яному горінні або тлінні небезпечних для здоров'я людини речовин.

Кисневий індекс характеризує здатність матеріалів до полум'яного горіння.

Методи визначення показників пожежної безпеки будівельних матеріалів

Для експериментального визначення належності будівельного матеріалу до певної групи горючості використовують методи, що базуються на ре-

єстрації параметрів, що характеризують процеси, які мають місце при горінні. До них відносять:

- втрату маси зразками матеріалу, що випробовується, у ході вогневих ви-пробувань;
- час вільного горіння зразка матеріалу після усунення джерела запалю-вання;
- кількість тепла, витраченого на запалювання зразка, або кількість тепла, що утворилося при його горінні;
- розмір ділянки зразка, на яку розповсюджувалось горіння;
- зміну температури у випробувальній камері або температури газів, що відходять;
- швидкість розповсюдження горіння по зразку; – оптичну густину диму;
- концентрацію кисню в горючій газовій суміші.

Горючість будівельних матеріалів визначається згідно зі стандартом "ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). Матеріали будівельні. Методи ви-пробувань на горючість". За цим стандартом матеріали поділяються на негорючі та горючі. До негорючих відносять матеріали, у яких:

- приріст температури у печі не перевищує  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; – утрата маси зразка не перевищує 50 %;
- тривалість стійкого полум'яного горіння не перевищує 10 с.

Горючим вважають матеріал, коли при випробуванні хоча б одна з перелічених умов не виконується.

Для віднесення будівельних матеріалів до негорючих або до горючих випробування їх зразків здійснюють за методом І у приладі (див. рис.2.1) при температурі печі  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$  та середній температурі її стінок  $835\text{ }^{\circ}\text{C}$  впродовж 30 хв. Температурний режим зразка контролюється трьома термо-парами. Для кожного випробування готують п'ять циліндричних зразків розмірами  $d = 45\text{ мм}$ ,  $h = 50\text{ мм}$ .

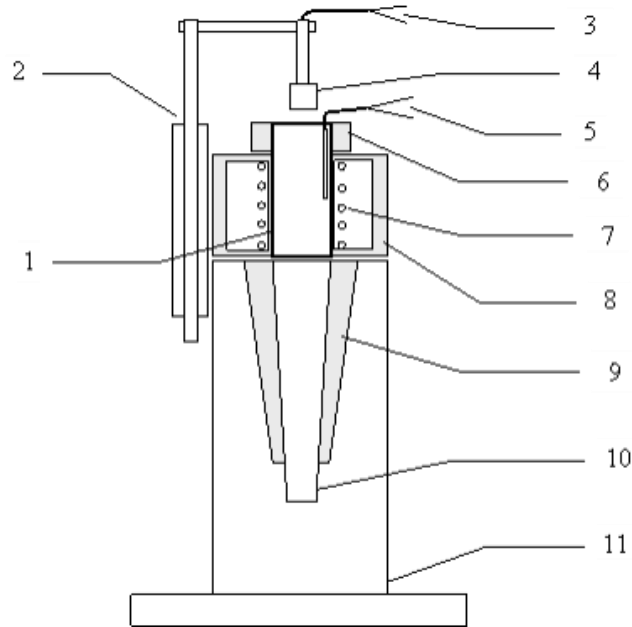


Рисунок 2.1 — Схема приладу для випробувань будівельних матеріалів на горючість за методом I: 1 – вогнетривка труба, 2 – штатив, 3 – термопара, 4 – тримач зразка, 5 – пі-чна термопара, 6 – термоізоляція, 7 – об-мотка електронагрівача, 8 – термоізоля-ційний кожух, 9 – термоізоляція, 10 – стабілізатор потоку повітря, 11 – станина.

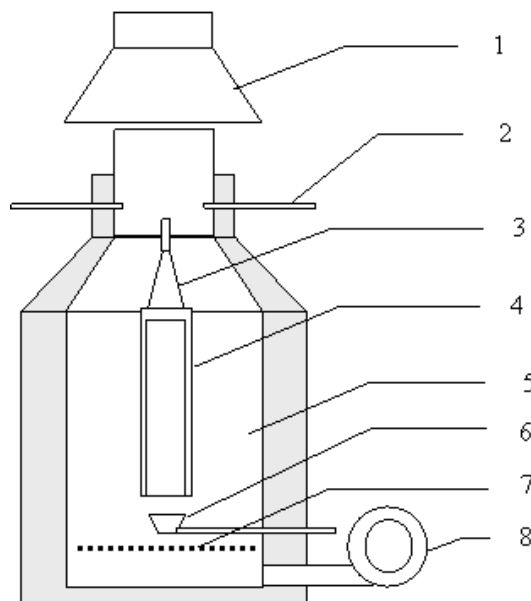


Рисунок 2.2 — Схема вертикальної шахтної печі для випробувань будівельних матеріалів на горючість за методом II: 1 – вентиляція, 2 – термомпари, 3 – три-мач зразків, 4 – зразки, 5 – камера зго-рвання, 6 – газовий пальник, 7 – діафрагма, 8 – вентилятор подачі повітря.

Матеріали, які визнані горючими за методом І, для подальшої класифікації підлягають випробуванням за методом ІІ.

Група горючості за методом ІІ визначається для усіх однорідних та шаруватих будівельних матеріалів і, у тому числі, тих, що використовують-ся для оздоблювальних, лицевальних робіт та лакофарбових покриттів. До випробувань готують 12 зразків 1000×190 мм товщиною не більше 70 мм (3 випробування по 4 зразки у кожному). Для тестування оздоблювальних, лицевальних та лакофарбових матеріалів зразки виготовляють у сполученні з негорючою основою. Нагрівання зразків проводять на приладі "Шахтна піч", де джерелом запалювання є газовий пальник, до якого подається рівномірний струм повітря при температурі 20 оС (рис. 2.2).

Тривалість дії полум'я на зразок 10 хв. Випробування вважають закінченим після охолодження зразків до нормальної температури.

За результатами обробки даних трьох випробувань визначають групу горючості матеріалу. В залежності від параметрів, визначених при цьому випробуванні, матеріали поділяють на чотири групи горючості: Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості), Г3 (середньої горючості), Г4 підвищеної горючості), згідно з табл. 2.1 [44].

Таблиця 2.1 — Ознаки груп горючості будівельних матеріалів згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95

Група горючості матеріалів	Параметри горючості			
	Температура димових газів t, °С	Ступінь пошкодження за довжиною S <sub>L</sub> , %	Ступінь пошкодження по масі S <sub>m</sub> , %	Тривалість самостійного горіння t <sub>сг</sub> , с
Г1	≤135	≤65	≤20	0
Г2	≤235	≤85	≤50	≤30
Г3	≤450	>85	≤50	≤300
Г4	>450	>85	>50	>300

Крім горючості, для оцінки ступеня пожежної безпеки використання будівельних матеріалів (особливо оздоблювальних та лицювальних) треба знати про їх здатність до займання під впливом променевої теплоти.

Займистість матеріалів визначається згідно з "ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96). Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість".

Випробування здійснюють на 15 зразках квадратної форми зі стороною 165 мм і товщиною не більше 70 мм. Дозволяється використання зразків оздоблювальних, лицювальних та лакофарбових матеріалів разом з негорючою основою [44].

Основними частинами приладу є (рис. 2.3):

- утримувач зразка;
  - екранувальна пластина;
  - радіаційна панель, яка складається з кожуха з теплоізолюючим шаром та електронагрівального елемента потужністю 3 кВт. Потужність радіаційної панелі калібрують за струмом, забезпечуючи в центрі експонованої поверхні поверхневу щільність теплового потоку (ПЩТП) 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 45 кВт/м<sup>2</sup>;
  - рухомий пальник з пристроєм для регулювання витрати газу.
- Випробування починають, регулюючи електроживлення радіаційної панелі до встановлення ПЩТП 30 кВт/м<sup>2</sup> та довжину факела полум'я рухомого запальника 15 мм. Після цього встановлюють зразок в утримувач, усувають з нього екранувальну пластину та витримують, регулярно нахиляючи до його центра рухомий пальник впродовж 15 хв. або до займання. Якщо спалахування виникло, зменшують ПЩТП та повторюють випробування з новим зразком. Задачею випробування є пошук критичної поверхневої щільності теплового потоку (КПЩТП), при якому спалахування вже не буде виникати [44].

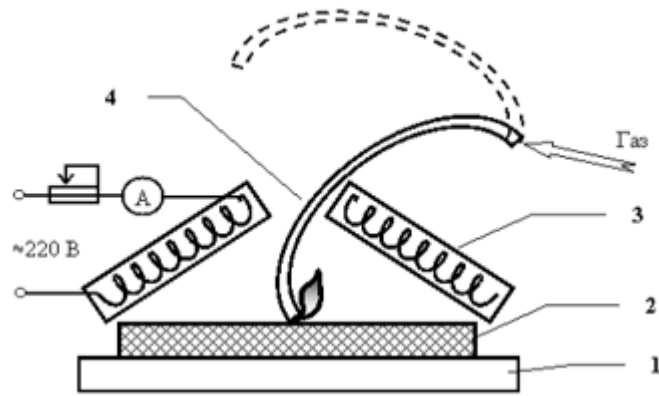


Рисунок 2.3 — Принципова схема приладу випробування матеріалів на займистість: 1 – утримувач зразка; 2 – зразок; 3 – радіаційна панель; 4 – рухомий пальник.

За займистістю горючі матеріали класифікують на три групи, в залежності від міні-мального значення КПЩТП, при якому виникає їх стійке полум'яне горіння:

- В1 – величина КПЩТП дорівнює або більша 35 кВт/м<sup>2</sup>;
- В2 – величина КПЩТП у межах від 20 до 35 кВт/м<sup>2</sup>;
- В3 – величина КПЩТП менша 20 кВт/м<sup>2</sup>.

Для випробувань виготовляють 5 зразків розміром 1100×250 мм у поєднанні з негорючою основою товщиною не більше 60 мм.

Основними частинами приладу (рис. 2.4) є:

- кожух з димоходом та вентилятором;
- утримувач зразка;
- радіаційна панель, яка нахилена відносно зразка на 30° і складається з кожуха з теплоізолюючим шаром та електронагрівального елемента потужністю не менше 8 кВт;
- газовий пальник з пристроєм для регулювання витрати газу.

Перед випробуванням за допомогою приймачів теплового випромінювання калібрують потужність радіаційної панелі за струмом, забезпечуючи в контрольних точках поверхневу щільність теплового потоку (ПЩТП) від 9.1 до 2.4 кВт/м<sup>2</sup>, і будують графік розподілу величин ПЩТП по довжині зразка; також встановлюють швидкість потоку повітря у димоході 1.10-1.34 м/с [44].



Для кожного випробування зразок, горизонтально встановлений в утримувачі, підпалюють упродовж 10 хв. за допомогою газового пальника і, у випадку спалахування, витримують до припинення полум'яного горіння (але не довше 30 хв.). Величину КПЩТП визначають, фіксуючи час полу-м'яного горіння та довжину пошкодженої частини зразка (яка вигоріла або обвуглилась) за графіком розподілу ПЩТП.

Горючі будівельні матеріали у залежності від величини КПЩТП розподіляють на 4 групи:

- РП1 – КПЩТП дорівнює або більше  $11.0 \text{ кВт/м}^2$ ;
- РП2 – КПЩТП у межах від  $8.0$  до  $11.0 \text{ кВт/м}^2$ ;
- –РП3 – КПЩТП у межах від  $5.0$  до  $8.0 \text{ кВт/м}^2$ ;
- –РП4 – КПЩТП менше  $5.0 \text{ кВт/м}^2$ .

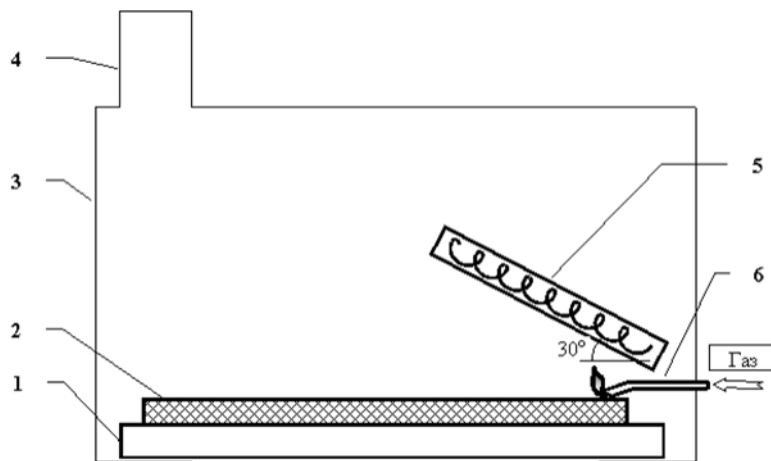


Рисунок 2.4 – Принципова схема приладу випробування матеріалів на розповсюдження полум'я:

1 – утримувач зразка; 2 – зразок; 3 – кожух; 4 – димохід; 5 – радіаційна панель; 6 – газовий пальник.

## 2.2 Вогнезахист металів та легування у будівництві

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 [44].

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 оС, а алюмінієві сплави – до 200 оС), 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 [44].

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 [44]:

- 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 вог-незахисного матеріалу і матеріалу конструкції;
- збільшення навантаження на конструкцію за рахунок маси вогнезахисту;
- трудомісткості монтажу вогнезахисту;
- естетичних вимог до конструкції, техніко-економічних показників

Один зі шляхів підвищення температурної міцності металевих сплавів – легування. Його мета – підвищити температуру межі текучості, температуру рекристалізації, корозійну стійкість та зберегти оптимальний розмір зерен сплаву.

Наприклад, у той час, коли звичайні вуглецеві сталі вже при незначному прогріванні стають менш міцними і більш пластичними, низьколеговані сталі до температури 600 оС не тільки не втрачають своєї міцності, але в інтервалі температур 200-500 оС значно зміцнюються. Підвищенню жароміцності сталей сприяють, в основному, добавки молібдену (який підвищує температуру рекристалізації) і хрому (який підвищує корозійну стійкість). Також корисними додатками є присадки вольфраму і ванадію, які стабілізують зерно, та кремнію, який додає окалинотійкість. Шкідливими для жароміцності у сталях вважають домішки легкоплавких металів: олова, свинцю, сурми, а також сірки. Розповсюдженими марками низьколегованих жароміцних сталей є 12МХ, 12ХМ, 12ХМФ, 12Х2МФБ, Х5ВФ. У них тривала міцність зберігається на рівні 500 кГ/см<sup>2</sup> до температур 500-600 °С [44].

Разом із цим слід зауважити, що легування є дуже коштовним процесом. До того ж додання тих чи інших домішок, що збільшують жароміцність, може створити негативний вплив на механічні властивості металу. Тому легування сталей в якості засобу вогнезахисту ще не набуло широкого вжитку.

У алюмінієвих сплавах не слід очікувати великого впливу легуючих домішок на підвищення температурної міцності, тому для них слід використовувати вогнезахист покриттями та екранами [44].

### 2.3 Основні засоби вогнезахисту металевих конструкцій

Працівникам Державної протипожежної служби, а також проектувальникам досить часто доводиться вирішувати питання вогнезахисту металевих конструкцій.

Як вже зазначалося вище, фактична межа вогнестійкості сталевих конструкцій при «стандартному» режимі пожежі, 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. При проектуванні будівель і споруд межу вогнестійкості незахищених сталевих конструкцій з приведеною товщиною металу у 1 см допускається приймати рівною 0,25 год. Значення ж необхідних меж вогнестійкості основних будівельних конструкцій, зокрема металевих, складають від 0,25 до 2,5 год., залежно від ступеня вогнестійкості будівлі і типу конструкцій. Таким чином, більшість незахищених сталевих конструкцій відповідають лише вимогам межі вогнестійкості 0,25 год. Це дозволяє зробити висновок про те, що сфера застосування металевих конструкцій обмежена щодо вогнестійкості, оскільки не виконується умова безпеки –  $MВф \geq MВвим$  [44].

Ця умова безпеки є основним критерієм обґрунтування необхідності вогнезахисту металевих конструкцій, тобто якщо  $MВф \geq MВвим$  - вогнезахист не потрібен, а при  $MВф < MВвим$  - вогнезахист необхідний.

Вибір конкретного типу вогнезахисного складу і матеріалу, встановлення їх сфер застосування проводиться на основі техніко-економічного аналізу з урахуванням наступного [44]:

- величини необхідної межі вогнестійкості конструкції; типу конструкції, що захищається;
- виду навантаження;

- температурно-вологісних умов експлуатації і проведення монтажних робіт;
- ступеня 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.

Найбільш надійними способами вогнезахисту в даний час є: облицювання з негорючих матеріалів; вогнезахисні покриття; підвісні стелі.

Як облицювальні матеріали для вогнезахисту металевих конструкцій використовуються бетон, цегла, гіпсокартонні листи (ГКЛ) й інші плиткові і листові вироби, а також різні типи штукатурки (рис. 2.5) [14,18].

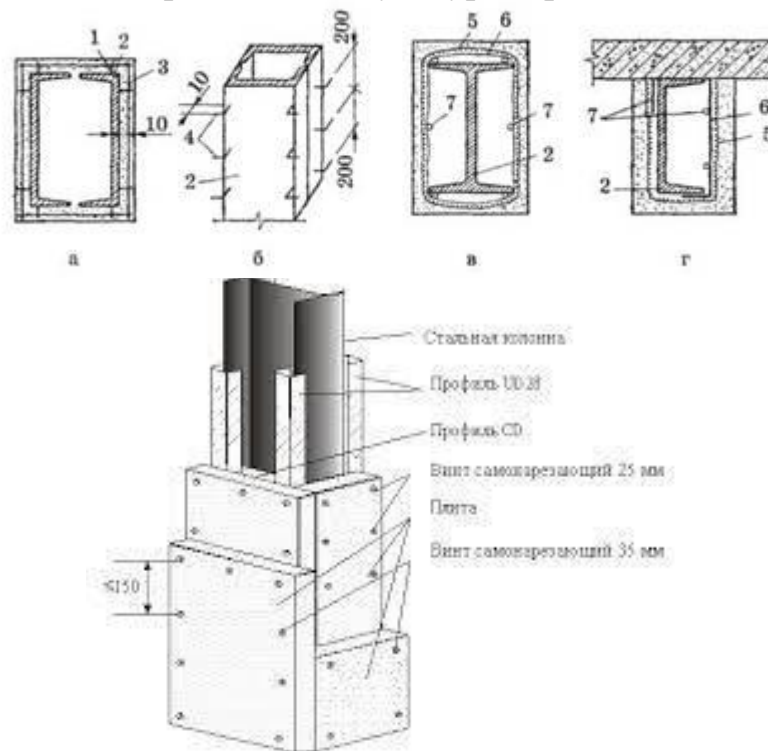


Рисунок 2.5 — Облицювання сталевих колон

Обетонування. Вогнезахист металевих конструкцій за допомогою бетону у вітчизняному будівництві застосовується порівняно часто. Застосування бетонного захисту найраціональніше у тому випадку, коли одночасно

проводиться посилення ригелів, колон або стійок, наприклад, при реконструкції будівель і споруд. Обетонування проводять після прикріплення до колони армуючої сітки (рис. 2.5,а). Товщина шару бетону складає 5 см, якщо потрібна межа вогнестійкості 2 години, і 6 см, якщо потрібні 2,5 години. Обетонування є ефективним способом вогнезахисту мета-левих конструкцій [25,24,44]

Облицювання цеглою. Цегляне облицювання найчастіше застосовують для підвищення межі вогнестійкості колон і стійок. Кладку для вогнезахисного облицювання виконують з глиняної звичайної і силікатної цегли на цементно-піщаному розчині марки не нижче 50. Улаштування вогнезахисного облицювання з порожнистих і щілинних цегл припускається товщиною тільки в 1/2 цеглини (120 мм). Кладку виконують з однорядною перев'язкою швів. Горизонтальні і вертикальні шви заповнюють розчином з подальшим обробленням їх ззовні «під розшивання». При улаштуванні облицювання цеглою враховують, що у сталі і цегли коефіцієнти лінійного розширення відрізняються в 3 рази. Тому влаштовують зазор між металевою конструкцією і цегляною кладкою. Для посилення цегляну кладку армують дротом діаметром до 8 мм. Для отримання межі вогнестійкості 2 години достатній шар цегли завтовшки 6,5 см [17,18,19-22,44].

Облицювання з бетону і цегли не бояться вогкості, можуть застосовуватися практично за будь-яких температурно-вологісних умов, за наявності агресивного середовища, вони стійкі до атмосферних дій і динамічних навантажень. Але ці способи вогнезахисту пов'язані з трудомісткими опалубними і арматурними роботами, малопродуктивні, значно обважнюють каркас будівлі і подовжують терміни будівництва.

Облицювання з теплоізоляційних плит.

Найбільш перспективні облицювання з теплоізоляційних плит на основі перліту, вермікуліту і цементу, азбестоперлітоцементних і напівжорстких мінераловатних плит. Заводська товщина плит складає близько 5 см, що забезпечує межу вогнестійкості до 2 годин за умови надійного кріплення плит до конструкції.

Ефективним способом кріплення плит є приварювання до конструкції випусків арматури, введеної в теплозахисні плити в процесі їх виготовлення. Шви закладають тим же складом, з якого виготовлені плити. Інший спосіб кріплення – установка нащільників з холоднотягнутих профілів. Нащільники кріпляться самонарізуючими гвинтами і в умовах пожежі обмежують температурні й усадкові деформації плит і виключають їх передчасне руйнування.

Облицювання гіпсокартонними листами (ГКЛ). У даний час розроблене вогнезахисне облицювання з гіпсокартонних листів. Конструкції виконані переважно для багатопверхових будівель і споруд із сталевим несучим каркасом, з міжповерховими перекриттями із збірних залізобетонних плит або моноліту. Ці конструкції значно легші за цегляне або бетонне облицювання, індустриальніші, ефективніші з погляду вогнестійкості. При застосуванні ГКЛ допускається демонтаж вогнезахисного облицювання і виконання різних робіт з посилення несучих конструкцій, а також повторного нанесення антикорозійного покриття несучих конструкцій будівлі. Внутрішню порожнину між вогнезахистом і елементами несучої конструкції можна використовувати для монтажу різних інженерних конструкцій [10-24,44].

Вогнезахисні облицювання з гіпсокартонних листів є досить перспективними. Один шар завтовшки 16 мм може забезпечити межу вогнестійкості колон і ригелів 1 год. Але, враховуючи можливість передчасного руйнування гіпсокартонних листів при пожежі із-за технологічних дефектів, рекомендується влаштовувати вогнезахист не в один, а в два шари [44].

Для улаштування вогнезахисту з ГКЛ використовуються додаткові кріпильні елементи з холоднотягнутих профілів, що створюють каркас. Відстань між подовжніми елементами каркаса – 50 см. Окрім подовжніх, є також поперечні елементи каркаса, що розміщуються через 90 см на ригелі або через 1,2 м на колоні, а також у місцях стиків гіпсокартонних листів. Елементи каркаса прикріплюють самонарізуючими гвинтами. Стики облицювань між собою і конструкціями будівлі перекриваються сталевими нащільниками, що прикріплюються самонарізуючими гвинтами з кроком 200 мм [24,25,44].

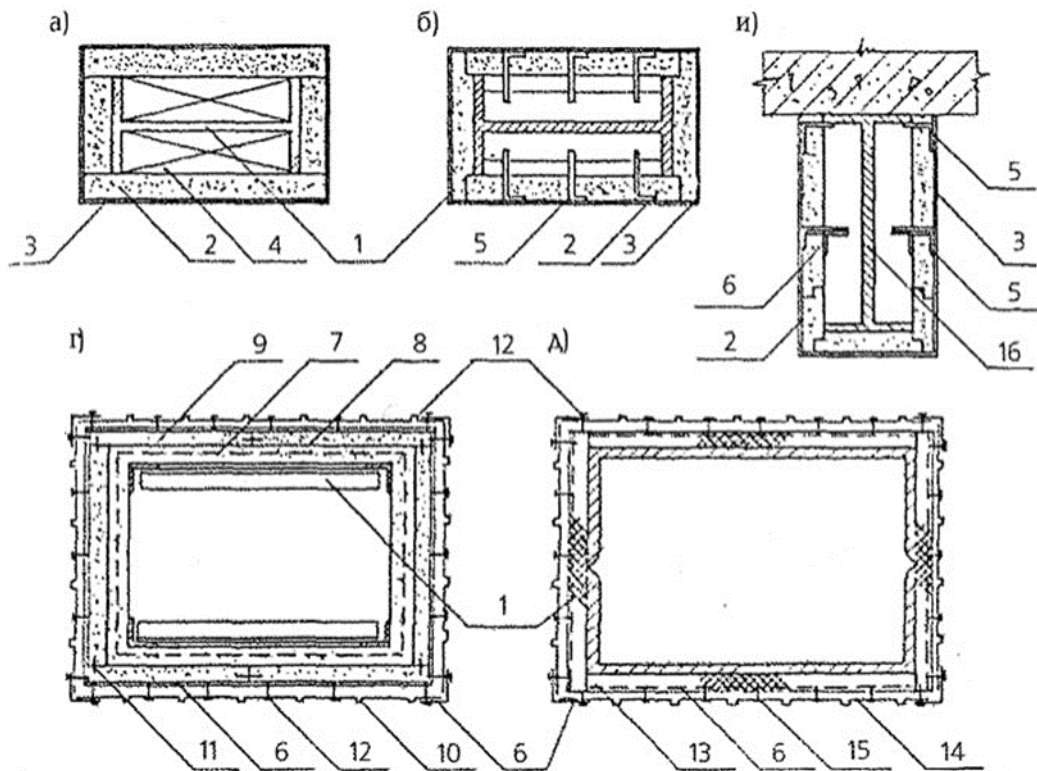


Рисунок 2.6 — Облицювання металевих конструкцій теплоізоляційними плитами:

а-в - перлітофосфогелієвими; г - перлітними і алюмінієвими листами; д – напів-жорсткими мінераловатними; 1 - колона; 2 - перлітофосфогелева плита; 3 - скло-полотно; 4 - перлітофосфогелева пробка; 5 - шпилька; 6 - кутик; 7 - сітка; 8 - цементо-піщаний розчин; 9 - перлітна плита; 10 - профільований алюмінієвий лист; 11- сталеві пластини; 12 - самонарізуючий гвинт; 13 - напівжорстка мінераловатна плита; 14 – сталевий профільований лист; 15 - заклепка; 16 – балка

У місцях спирання ребристих плит перекриття на ригелі влаштовують додаткову теплоізоляцію у вигляді пояса з мінеральної вати.

Нащілинники теплоізоляційного пояса кріплять до залізобетонних конструкцій цвяхами дюбеля [14,18,20].

Особливу увагу звертають на місця примикання облицювання до стінок, перегородок і стель. Нащілинники кріплять до захищаючих конструкцій цвяхами дюбеля.



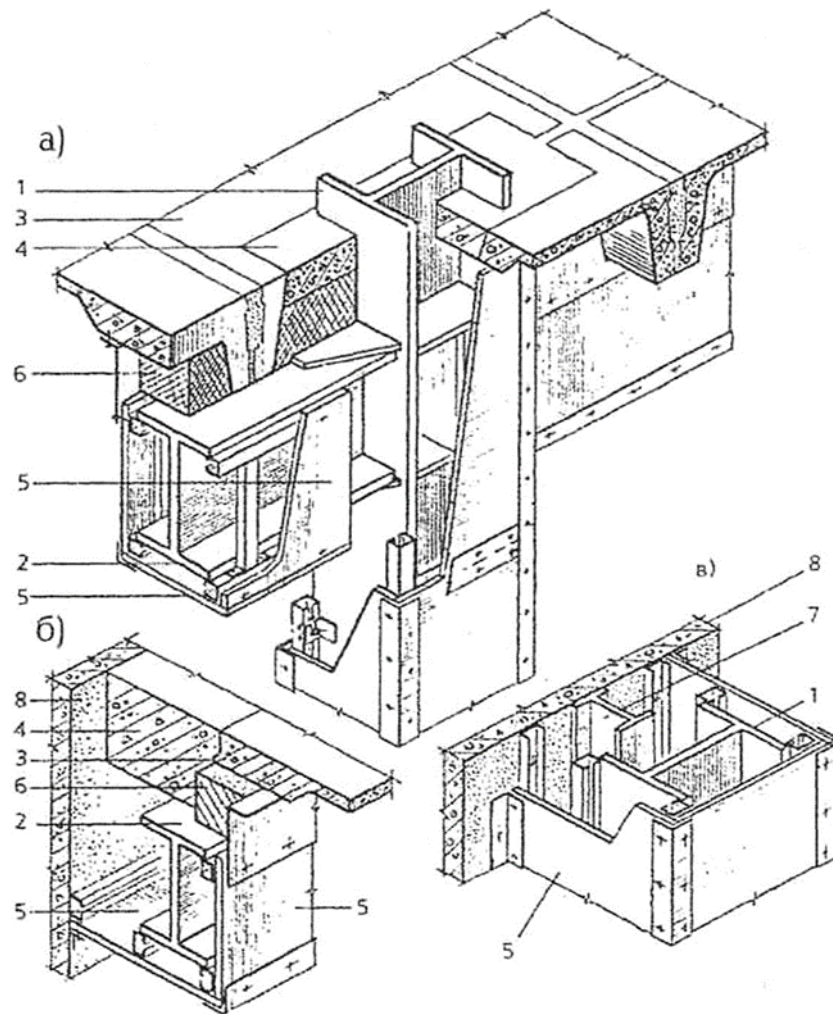


Рисунок 2.7 – Фрагменти сталевих конструкцій із вогнезахисним облицюванням з гіпсокартонних плит (ГКЛ):

а - захист вузла з'єднання рядової колони з ригелем; б - захист ригеля, розташованого біля стіни будівлі; в - захист колони, розташованої біля стіни будівлі; 1 - ко-лона; 2 - ригель; 3- плити перекриття; 4- монолітний бетон; 5 - обшивка; 6 - тепло-ізоляційний пояс; 7 - стійка фахверка; 8 - стіна будівлі.

Штукатурка. Традиційним видом вогнезахисного покриття є цементно-піщана штукатурка. Для її приготування використовуються цемент і пісок. Вона рекомендується для захисту таких металоконструкцій будівель, як колони, ригелі, елементи зв'язків, вузли сполучення між елементами.

Використання цементно-піщаної штукатурки обумовлене такими перевагами, як недефіцитність матеріалів для приготування складу, простота виготовлення, можливість механізованого нанесення, забезпечення значної

межі вогнестійкості конструкції, що захищається. Ефективність використання цементно-піщаної штукатурки як вогнезахисного матеріалу.

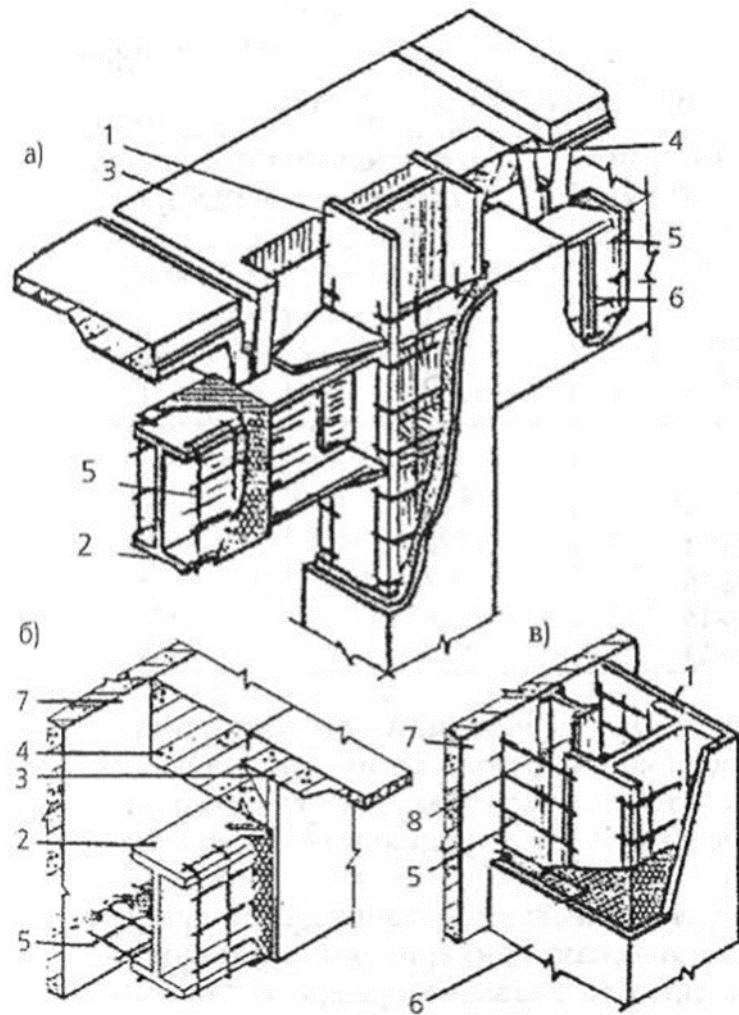


Рисунок 2.8 – Фрагменти сталевих конструкцій з вогнезахисним облицюванням зі штукатурок різного складу:

а - захист вузла з'єднання рядової колони з ригелем; б - захист ригеля, розташованого біля стіни будівлі; в - захист колони, розташованої біля стіни будівлі; 1- колони; 2 - ригель; 3 - плита перекриття; 4 - монолітний бетон; 5 - арматурна сітка; 6 - штукатурка; 7 - стіна будівлі; 8 - стійка фахверка

В той же час цей вид вогнезахисту має ряд недоліків, що обмежують його застосування, до яких відносяться: велика трудомісткість робіт по на-несенню покриття із-за необхідності армування сталеву сіткою; великі на-вантаження на фундаменти будівель за рахунок збільшення маси каркаса; необхідність застосування антикорозійних складів [16,18,20-23,44].

Прагнення понизити масу вогнезахисного облицювання привело до розробки останнім часом легких штукатурок і покриттів на основі азбесту, перліту, вермікуліту, фосфатних з'єднань і інших ефективних матеріалів. Ці облицювання мають малу щільність (200-600 кг/м<sup>3</sup>) і тому низьку теплопровідність. На випадок пожежі вони не виділяють диму і токсичних продуктів.

Останнім часом застосовуються полегшені штукатурки, що наносяться механічним способом.

Таблиця 2.2 — Вогнезахисний ефект цементно-піщаної штукатурки

Елемент конструкції	Товщина захисного шару штукатурки, мм, при необхідних межах вогнестійкості, год.			
	0,75	1,50	2,00	2,50
Колона	25	38	50	60
Ригель	10	20	25	30

Таблиця 2.3 — Товщина шару перлітної штукатурки

Конструкції	Мінімальна товщина конструкції, мм.	Мінімальна товщина покриття, мм, при межах вогнестійкості, год.	
		1,00	0,75
Зварна балка і колона двотаврового перетину	14	20	15
	16	20	15
	20	15	10
	30	10	10
	50	10	5
Балки і колона у вигляді прокатних двотаврів:			
№10-14	4,54,9	30	25
№ 16-18а	5,0-5,1	30	25
№20-24а	5,2-5,6	30	25
№27-30а	6,0-6,5	30	25
№33-40а	7,0-8,3	25	20

При проектуванні і виконанні штукатурних робіт необхідно враховувати вимоги технології її нанесення на поверхню, що захищається. Щоб штукатурка не відвалилася на самому початку пожежі, перед її нанесенням конструкцію ретельно очищають від бруду, пилу, іржі і кріплять до неї сталеву сітку.

При використанні плоскої сітки до металевої конструкції приварюють шпильки. До шпильок приварюють сталеву сітку з розміром вічка до 100 мм. Сітку встановлюють на відстані 10 мм від металевої поверхні для того, щоб штукатурний розчин проник під сітку і штукатурка була надійно прикріплена до конструкції. При використанні об'ємної сітки Рабіца вона наклеюється безпосередньо на поверхню конструкції, після чого кінці сталевих шпильок загинаються, що забезпечує закріплення сітки на поверхні конструкції [1-5,8,12,20,24,28,44].

Для штукатурки, що наноситься методом напівсухого торкретування, як армуючі елементи використовуються Г-подібні шпильки з дроту. Шпильки приварюють до конструкції, що захищається, з кроком 200 мм і відгортають так, щоб відстань від їх кінцевих країв до поверхні конструкцій складала 10 мм.

Балки і колони, виконані з двотавру або швелера полицями назовні, перед кріпленням армуючої сітки обгортають склотканиною або фольгою, що закриває порожнечі і що знижує витрату дефіцитних теплоізоляційних матеріалів. Для збільшення жорсткості шару облицювання застосовується арматурний каркас. Вогнезахисні штукатурки можуть наноситися як на за-воді, так і безпосередньо на будмайданчику вручну або механізованим способом. Для нанесення складів, що мають достатньо високу міцність у перші хвилини після нанесення, а також складів на основі в'язучих, що швидко схоплюються, застосовують метод напівсухого торкретування. При цьому нанесення штукатурки виконується за допомогою цемент-пушок з продуктивністю 1-2 м<sup>3</sup>/год [20,22,24,38].

Разом з методом напівсухого торкретування застосовується метод набризкування. Для нанесення штукатурки цим методом у внутрішніх приміщеннях використовується спеціальна установка продуктивністю до 1,2 м<sup>3</sup>/год і дальністю подачі до 30 м.

Легкі вогнезахисні штукатурки ефективніші в порівнянні з цементно-піщаними, оскільки, забезпечуючи однакову межу вогнестійкості конструкції, вони значно менше обважнюють каркас будівлі. В той же час цьому ви-ду

покриттів властиві недоліки: матеріал покриттів м'який, має невелику конструктивну міцність, легко відшаровується від поверхні металу. Таке покриття не можна використовувати для відкритих поверхонь, незахищених від механічних пошкоджень, а також для зовнішніх робіт. Ці покриття не захищають від корозії і не відповідають естетичним вимогам. Необхідність застосування арматурних сіток збільшує трудомісткість робіт [15,18,20,22,25,38].

Вогнезахисні покриття. Одним з перспективних способів вогнезахисту металевих конструкцій є високоефективні покриття, які наносять на поверхню конструкції порівняно тонким шаром. Ці покриття можуть бути такими, що не спучуються і спучуються.

Серед вогнезахисних покриттів, що не спучуються, типу ОФП до останнього часу застосовувався склад ОФП-ММ (ГОСТ 23791-79 «Покрытие по стали фосфатное огнезащитное. Технические требования»). Проте, із-за наявності азбесту в рецептурі цього покриття його було заборонено до подальшого застосування. Замість нього в даний час використовується склад ОФП-МВ (ГОСТ 25665-83 «Покрытие по стали фосфатное огнезащитное на основе минеральных волокон. Технические требования»), в якому азбест замінений на гранульовану мінеральну вату. За своїми вогнезахисними і фізико-механічними властивостями, способом нанесення, використовуваними механізмами для нанесення, ці склади ідентичні. Відмінність є лише в підготовці робочого складу.

У даний час широко застосовується і полегшене покриття марки ОПВ-180 (ТУ 5760-001-32254682-96), до складу якого входять гіпсоцементне пуццоланове в'язуче, муллітокремнеземне волокно, пластифікатор і шлам флотації фосфоритних руд.

Вогнезахисні покриття, що спучуються, є композиційними матеріалами, що включають полімерне в'язуче і наповнювачі (антипірени, газоутворювачі, жаростійкі речовини і стабілізатори спіненого вугільного шару). При спученні і одночасному обвуглюванні відбувається утворення дрібно-пористого за

структурою шару, що має низьку теплопровідність, унаслідок чого різко сповільнюється прогрівання металевих конструкцій.

Вогнезахисний склад ОЗС-МВ на основі рідкого скла, неорганічних наповнювачів і вигоряючих добавок призначений для створення на поверхні металу вогнезахисного покриття, що спучується, з метою підвищення вогнестійкості сталевих металевих конструкцій, експлуатованих усередині приміщень будівель, споруд промислового і цивільного призначення з відносною вологістю не більше 80 %. Склад сертифікується відповідно до вимог ГОСТ 9980.1-86Е «Материалы лакокрасочные. Правила приемки». Склад наноситься на сталеві поверхні, оброблені ґрунтами типу ГФ по ГОСТ 12707-77 «Грунтовки фосфатирующие. Технические условия», а та-кож на неґрунтуючі поверхні [38,39].

Вогнезахисний склад ОЗС-МВ дозволяє відмовитися від значної кількості ручних робіт у будівництві, оскільки замінюють обштукатурювання по металевій сітці, що дозволяє економити дефіцитні матеріали – сталь, цемент, вапно і ін.; здійснювати роботи з вогнезахисту механізованими засобами; скоротити питому витрату матеріалів для вогнезахисту. В даний час використовуються також вогнезахисні покриття типу ОВПФ-л, «Екран-М» [44].

Таблиця 2.4 – Види вогнезахисту і їх ефективність

№ п/п	Вид вогнезахисту	Середня щільність кг/м <sup>3</sup>	Товщина вогнезахисту, мм., при необхідних межах вогнестійкості, год.				
			0,75	1	1,5	2,0	2,5
1.	Вогнезахисні облицювання:						
	цегла;	1800	65	65	65	65	120
	гіпсокартонні листи (ГКЛ)	850	16	16	32	32	.
2.	Обетонування	2500	-	-	-	50	60
3.	Вогнезахисні покриття:						
	цементно-піщана штукатурка;	1800	25	30	40	50	60
	перлітна штукатурка;	500	15	20	30	40	50
	фосфатні покриття (ОФП-ММ, ОФП-МВ);	300	15	20	30	40	45
4.	ОЗС-МВ	1230	8,1	-	-	-	-

Вогнестійкі підвісні стелі є ефективним засобом підвищення вогнестійкості металевих конструкцій покриттів і перекриттів. Особливо доцільні підвісні стелі для вогнезахисту ферм і структур. Безпосередній захист кожного елемента цих конструкцій облицюваннями або покриттями, що спучуються, трудомісткий і недостатньо надійний, оскільки важко здійснюється у вузлових з'єднаннях елементів конструкцій [2-6,9,12,15,20,22,30,37,39,44].

Улаштування підвісної вогнезахисної стелі надійніше, оскільки між стелею і конструкцією, що захищається, створюється повітряний зазор, який додатково підвищує її межу вогнестійкості. Найбільш простою і дешевою підвісною стелею є стеля з мінераловатних плит, укладених на сталеву сітку або різні штукатурки по сітці. Сітка за допомогою сталевих стрижнів, розташованих з кроком 0,8-1 м, підвішується до нижнього пояса ферм або структур. Зовнішня поверхня стелі закривається декоративним матеріалом. При товщині плит 50-80 мм підвісна стеля підвищує межу вогнестійкості ферм і структур до 0,75-1 год.

Конструктивне рішення підвісної стелі із застосуванням ГКЛ показано на рис. 6.5. Конструкція стелі складається з металевого каркаса, облицювання і кріпильних елементів. Товщина підвісних стель, що включають каркас і облицювання, складає від 40 до 84 мм. Відстань від екранів до площини поверхні, що захищається, 80-350 мм. Як облицювання захисних екранів підвісних стель використовуються [39,44]:

- гіпсобетонні плити завтовшки 14 мм;
- гіпсокартонні перфоровані плити, що обважнюють, і полегшені, завтовшки 30 мм із заповненням мінеральною ватою і наклейкою алюмінієвої фольги;
- декоративні гіпсові плити завтовшки 20 мм;
- мінераловатні плити;
- мінераловатні плити на синтетичному в'язучому завтовшки 30 мм.

Використання таких підвісних стель дозволяє забезпечити межу вогнестійкості металевої конструкції 0,75-2,5 год.

Найбільш надійними конструкціями стелі є такі, які мають облицю-вання і герметичні стики. Улаштування в підвісній стелі отворів знижує її вогнезахисну здатність. Так, наприклад, влаштовувана для цілей вентиляції кризна перфорація площею 2,7 % в плитах стелі знижує її вогнезахисну здатність у два рази.

Зарубіжна і вітчизняна практика передбачають як вогнезахист металевих конструкцій застосовувати водяне охолодження цих конструкцій. Во-да для охолодження може подаватися безпосередньо на поверхню кон-струкції від спринклерних, дренчерних і інших систем. Необхідно, щоб зро-шувачі були спрямовані на конструкції, що захищаються. Вся система пода-чі води під тиском повинна бути розрахована з урахуванням необхідності живлення всіх пристроїв, призначених для захисту каркаса. Для підвищення ефективності охолодження несучих конструкцій система автоматичного пожежогасінні повинна мати спеціальні пристрої, що забезпечують безперебійну подачу достатньої кількості води на елементи, що захищаються.

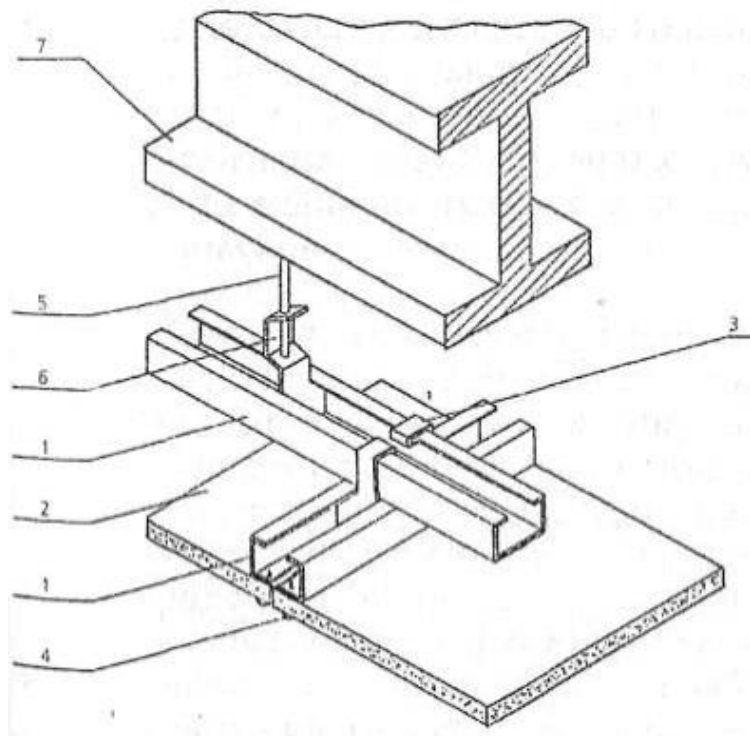


Рисунок 2.9 — Конструкція вогнезахисної підвісної стелі: 1 - швелер з листової сталі; 2 - гіпсокартонний лист; 3 - хомут; 4 - самонарізуючий гвинт; 5 - підвіска; 6 - пружина підвіски; 7 - сталева конструкція, що захищається



Конструкції, виконані з елементів порожнистого перетину, наприклад труб, можуть заповнюватися водою для їх охолодження при пожежі. Такі конструкції називаються водо наповненими [44].

Водонаповнені конструкції зверху і знизу об'єднані в замкнуту мережу. Рівень води підтримується за допомогою розташованого вище резервуара, який одночасно є компенсатором при збільшенні об'єму води і джерелом випаровування. Коли під час пожежі такі колони нагріваються, в системі, за рахунок підйому нагрітої в окремих місцях води, встановлюється природна циркуляція, яка видаляє приток тепла і сприяє охолодженню конструкції, що знаходиться в осередку пожежі. Досягнення нагрітою водою температури кипіння і її випаровування залежить головним чином від тривалості і розмірів пожежі, а також від кількості циркулюючої в системі води [38,39,44].

За рахунок випаровування відбувається пониження рівня води в резервуарах, причому живлення системи може проводитися або з резервуара достатньої місткості, або із зовнішнього джерела. Таким чином, вся система залишається повністю заповненою водою впродовж всієї пожежі, а достатнє видалення тепла від нагрітих сталевих елементів, що досягли температури кипіння, забезпечується за рахунок охолодження при випаровуванні. Конструкції можуть бути постійно заповнені водою, що вимагає відповідних заходів по боротьбі з корозією і забезпеченню їх герметичності або заповнюватися водою з водопроводу при пожежі в результаті розтину спринклера і відкриття пов'язаного з ним автоматичного клапана. Запобігти замерзанню води можна за допомогою добавки відповідного антифризу, а внутрішньої корозії можна уникнути за допомогою добавки інгібітора корозії [44].

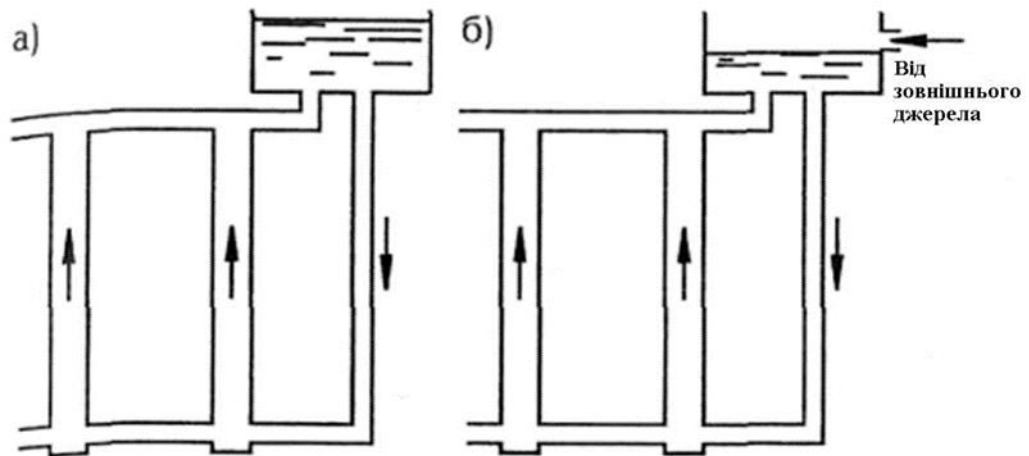


Рисунок 2.10 — Водонаповнені конструкції з живленням водою:  
 а - з резервуара великої місткості; б - із зовнішнього джерела.

У деяких випадках можна винести несучі металокаркати за габарити захищаючих конструкцій. Металеві колони можна розмістити ззовні, а стінні панелі - прикріпити з внутрішньої сторони будівлі. Металеві ферми захистити підвісною стелею. Таким чином, можна виключити пряму дію вогню на несучі металеві конструкції і підвищити стійкість будівлі або споруди до дії пожежі [38-40,44].

### **3 АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ НА ОБ'ЄКТІ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

#### **3.1 Загальні положення та характеристика об'єкту**

Проект проведення робіт (ППР) передбачає вогнезахисну обробку металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2.

Проект розроблений на підставі вимог нормативних документів та наступних вихідних даних:

- договору укладеного з Замовником «Оцінка технічного стану вогнезахисного покриття і виконання заходів з продовження терміну експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2»);

- технічна специфікація до надання послуги: «Оцінка технічного стану вогнезахисного покриття і виконання заходів з продовження терміну експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2»);

- технічного звіту для виконання послуги за темою: «Оцінка технічного стану вогнезахисного покриття і виконання заходів з продовження терміну експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2»);

- протокол вимірювання товщини ВЗП «Оцінка технічного стану вогнезахисного покриття і виконання заходів з продовження терміну експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2»);

- висновок щодо виконаних послуг за темою: «Оцінка технічного стану вогнезахисного покриття і виконання заходів з продовження терміну

експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2», який є основою для розробки ПКД;

- ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- НАПБ Б.01.014-2007 «Правила пожежної безпеки при експлуатації атомних станцій»;
- НАПБ 03.005-2002 ВБН В.1.1-034 -2003 «Протипожежні норми проектування атомних електростанцій з водо-водяними енергетичними реакторами»;
- НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки атомних станцій»;
- регламенту робіт з вогнезахисту на вогнезахисний матеріал PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2 для сталевих конструкцій;

Даний ППР описує заходи, які потрібно виконати для підвищення безпечної експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2, в частині забезпечення протипожежного захисту.

До складу робіт, що розглядаються дійсним ППР, входить:

- поверхнева вогнезахисна обробка (донанесення) ВЗМ PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2 в місцях де ВЗП не відповідає нормі товщини дійсного сертифікату або частково втратило свої властивості;
- заміна пошкодженого (відшарування, тріщини, спучення і т.д.) ВЗМ PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2;
- поверхнева вогнезахисна обробка ВЗМ PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP- A2 на металоконструкції ферм та зв'язків поверх ВЗМ «HEAT SHIELD» (термін експлуатації якого закінчився);
- покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2 захисним лаком SP-2;

Роботи з вогнезахисної обробки слід виконувати згідно даного ППР та доданих Регламентів.

Під час вогнезахисної обробки здійснюється контроль за якістю виконання робіт. Право контролю мають представники:

- замовника робіт;
- державного пожежного нагляду;
- розробника ППР;
- виробника (представника виробника) вогнезахисного засобу, який застосовується;

У разі виявлення відхилень від ППР або порушень вимог доданого Регламенту складається акт про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки.

Відповідно до Закону України від 18 січня 2001 р. №2245-III «Про об'єкти підвищеної небезпеки» і постановою Кабінету Міністрів України від 28 серпня 2013р. №808 «Про затвердження переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку», п. 3 «У галузі атомної енергетики і атомної промисловості - ядерні установки» - АЕС відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки.

Згідно п.5.1.5, вказівок таблиці 1 Додатка А ДБН В. 1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд», п.4.15 ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)», Закона України «Про оцінку впливу на довкілля» встановлюється клас наслідків (відповідальності) – ССЗ

### **3.2 Вибір вогнезахисного матеріалу**

В рамках робіт, направлених на підвищення безпеки енергоблоків на етапі їх експлуатації був реалізований цілий ряд заходів щодо підвищення пожежної безпеки металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2. У тому числі розроблено проектну документацію, яка спрямована на забезпечення протипожежного захисту металоконструкцій та ферм на базі вогнезахисного

матеріалу PYRO-SAFE та HEAT SHIELD (у якого закінчився термін експлуатації) для енергоблоку №2.

Проектом для виконання заходів з продовження терміну експлуатації вогнезахисного покриття металоконструкцій та ферм турбінного відділення енергоблоку №2 ВП ХАЕС передбачено вогнезахисний матеріал «PYRO - SAFE FLAMMOPLAST SP-A2», виробник svt Products GmbH (svt Brandschutz), Німеччина.

Призначення, область застосування і характеристики матеріалів

Вогнезахисний матеріал «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2»

Вогнезахисний матеріал «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2» (далі - SP-A2), розроблений і виготовлений фірмою svt Products GmbH (svt Brandschutz), Німеччина, з декоративним лаком «PYRO-SAFE DEKORLACK SP-2» (далі – захисний лак), призначені для поверхневої обробки несучих, статично навантажених сталевих конструкцій (балок, опор, зв'язок) з метою підвищення їх межі вогнестійкості на АЕС, ТЕС, в кабельних господарствах промислових об'єктів та об'єктах загальногромадянського призначення.

Покриття відповідає всім обов'язковим вимогам п. 2.10, 2.17 ДБН В.1.1-7:2016 та ДСТУ Б В.1.1-4-98.

Покриття призначене для експлуатації в закритих опалюємих приміщеннях з природною чи примусовою вентиляцією з неагресивним середовищем, а також короткочасно (у неопалюємих приміщеннях) при вологості до 85 % та температурою повітря в діапазоні від -500С до +650С. Характеристики матеріалу SP-A2:

- зовнішній вигляд - однорідна маса білого кольору без комков і сторонніхвключень;
- щільність (при температурі + 20 °С) - 1,30 - 1,46 г/см<sup>3</sup>;
- в'язкість – 9.000 – 13.000 мПа·с;
- водневий показник (рН) – 8,5 – 9,0;
- запах - у вологому стані - практично без запаху; в сухому - відсутня;
- токсичність - засіб не токсичний;

- розбавлення - питною водою;
  - час висихання (при температурі  $+ 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – не більше 36 годин;
  - температура спучування - не більше  $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - коефіцієнт спучування -  $v \geq 80$  разів;
- Декоративний захисний лак «PYRO-SAFE DEKORLACK SP-2»
- дисперсна лакова фарба на основі акрилатів, розчиняється питною водою;
  - колір білий;
  - щільність  $1,27-1,31 \text{ г / см}^3$ , при температурі  $+ 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - водневий показник (pH) -  $8,5-9,0$ ;
  - в'язкість -  $9500-13500 \text{ МПа}$ , при температурі  $+ 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - токсичність - захисний лак не токсичний;
  - розчинення захисного лаку - питною водою;
  - термін повного висихання захисного лаку - орієнтовно 3 години;
  - температура навколишнього середовища при нанесенні і висиханні захисного лаку - не нижче  $+ 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - захисний лак випробуваний при інтегральній дозі випромінювання  $1,8 \times 10^4$
  - $1,0 \times 10^6 \text{ рад / год}$  протягом 14 діб.

### 3.3 Організація та технологія виконання робіт

Порядок застосування вогнезахисного матеріалу «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2»

Вимоги до підготовки поверхні об'єкта вогнезахисту.

Всі механізми та обладнання, що знаходяться неподалік, необхідно закрити плівкою від бризок та розпиленого туману.

Перед застосуванням SP-A2 металеві конструкції обробляються антикорозійним покриттям (грунтом). Грунти наносяться після спеціальної підготовки поверхні металевих конструкцій (видаляється пил, забруднення, мастильні плями, поверхня знежирюється).

Якщо металеві конструкції раніше вже були оброблені антикорозійним покриттям, виконавець робіт отримує документи, які засвідчують марку антикорозійного покриття. Якщо марка антикорозійного покриття відповідає вимогам Регламенту чи рекомендується заводом-виробником для нанесення SP-A2, вогнезахист виконується згідно з вимогами Регламенту. Якщо марка антикорозійного покриття не відповідає вимогам Регламенту чи рекомендаціям заводу-виробнику SP-A2, існуюче покриття видаляється і на конструкцію наноситься інше антикорозійне покриття відповідної марки. Для нанесення антикорозійного покриття рекомендується ґрунтовий матеріал марки ГФ-021 [44].

SP-A2 також може бути нанесеним поверх олійних і синтетичних фарб на органічній та не органічній основі чи до оцинкованих поверхонь. Ґрунтові шари повинні щільно прилягати без здуття та відлущення. Вхідний контроль матеріалу проводиться згідно документації замовника.

Перед використанням візуально перевіряється маркування тари та дата виготовлення. Після відкриття відра, треба ретельно перемішати матеріал механічною мішалкою на протязі п`яти хвилин до однорідного стану [38].

Густину матеріалу в разі необхідності можливо міняти, враховуючи температуру навколишнього середовища та бажаної товщини нанесення з одного заходу, шляхом добавлення питної води у кількості 1- 2 % від об'єму матеріалу [39].

Готовий до використання матеріал уявляє собою однорідну масу білого кольору без комков. Достатність перемішування матеріалу можливо визначити за допомогою дерев'яної палички. Після занурювання її в ємність з матеріалом, матеріал повинен стікати з неї рівним струменем.



Час придатності готового для нанесення матеріалу до наступного перемішування складає 24 години.

Температура під час нанесення та висихання матеріалу повинна бути не нижча за + 5 °C, та відносній вологості не вище 85 %.

Мінімальна кількість виконавців робіт з вогнезахисту та їх кваліфікація повинна відповідати «Ліцензійним умовам провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення».

SP-A2 наноситься на захищуєму поверхню за допомогою пензлів, валиків, повітряних та безповітряних розпилювачів високого тиску. При використанні розпилювачів рекомендується використовувати форсунки прохідним діаметром 0,58-0,68 мм - для SP-A2, прохідним діаметром 0,33-0,43 мм - для SP-2.

Покриття поверхонь в важкодоступних місцях необхідно виконувати пензлями, або за допомогою подовжувача до пістолету, з поворотною насадкою.

Товщина покриття SP-A2 визначається згідно діючого сертифіката або діючого протоколу за результатами випробувань.

Нанесення SP-A2 повинно виконуватися не раніше, ніж через 48 годин після ґрунтування поверхні.

Кількість нанесення шарів SP-A2 – два, три.

Нанесення першого шару – з мінімальними витратами, так щоб нанесений шар уявляв собою напівпрозору плівку.

Нанесення другого, третього шару – номінальної товщини (згідно діючого сертифіката або діючого протоколу за результатами випробувань) виконується після

висихання першого/другого не раніше ніж через 8 годин (при температурі + 20 °C ± 2

°C та відносній вологості повітря 65%).

Покриття набуває вогнезахисні властивості після повного його висихання, а саме через чотири доби після нанесення шару захисного лаку.

Покриття зберігає свої технічні характеристики при постійній експлуатації в середовищі з відносною вологістю до 85 %.

Нанесення декоративного лаку

Нанесення захисного лаку здійснюється після нанесення останнього шару вогнезахисного матеріалу.

Нанесення виконується за допомогою кистей, валиків, повітряних і безповітряних розпилювач високого тиску типу AIRLESS.

При використанні розпилювача рекомендується використовувати форсунки 0 0,33- 0,43 мм.

Товщина сухого шару захисного лаку повинна бути не менше 0,05 мм

Контроль якості виконання робіт

Зовнішній вигляд покриття після нанесення на поверхню, що захищається, повинен бути суцільним, без відшарувань. Допускаються невеликі тріщини, так як в разі впливу вогню, вогнезахисне покриття збільшується у розмірах (спучується) з утворенням коксового теплоізолюючого шару, який захищає об'єкт вогнезахисту від високотемпературного впливу.

Проведення вимірювання товщини вогнезахисного покриву виконується че- рез кожні 15-20 метрів довжини об'єкта вогнезахисту, але не менше ніж у 10 рівно- віддалених точках.

Товщина сухого шару контролюється за допомогою електронного товщино- міру або штангенциркуля.

Значення товщини сухого шару покриття не повинно бути менше ніж вказанев діючим сертифікаті або діючим протоколі за результатами випробувань.

Місця зрізів покриття після вимірів потрібно знову профарбувати згідно з ви- могами Регламенту.

Контроль якості виконаних робіт треба проводити послідовно на всіх етапах робіт. При цьому перевіряють:

- якість підготовки захищаємої поверхні перед нанесенням ґрунтового шару;

- якість нанесення ґрунтового шару;
- якість нанесення першого шару, контролюють так, щоб нанесений шар утворював напівпрозору плівку;
- якість нанесення та товщину нанесення другого/третього шару – до номінальної товщини. В сухому стані покриття повинно щільно прилягати до захищеної поверхні. Здуття та тріщини не допускаються, не профарбованих місць не повинно бути;
- товщину вологого шару нанесеного SP-A2 треба контролювати вимірною «гребінкою». Товщина вологого шару, яка складатиме 0,56 мм, відповідає 0,35 мм сухого шару покриття;
- товщину вологого шару нанесеного SP-2 треба контролювати вимірною «гребінкою». Товщина вологого шару, яка складатиме 0,12 мм, відповідає 0,05 мм сухого шару покриття;
- товщина сухого шару контролюється за допомогою електронного товщиноміру.

#### Порядок утримання вогнезахисного покриття

Покриття матеріалом SP-A2 призначений для експлуатування в закритих опалювальних приміщеннях з природною або примусовою вентиляцією з неагресивним середовищем, а також короткочасно (в неопалюваних приміщеннях) при вологості до 85% і температурою повітря в діапазоні від - 50°C до + 65°C.

Рекомендовано проводити візуальний огляд стану покриття не менше ніж один раз на рік з метою контролю його цілісності.

При виявленні будь-яких пошкоджень в окремих місцях (механічних, або хімічних), або пошкодженні покриття під час перекладання кабелів, його треба відновити відповідно до Регламенту.

Перевірка технічного стану вогнезахисного покриття перевіряється не рідше 1 разу на рік.

За результатами перевірки технічного стану вогнезахисного покриття складається акт.

Заміна вогнезахисного покриття або повторного застосування

В разі пошкодження покриття в разі випадкового механічного чи хімічного пошкодження, його треба відновити згідно послідовності викладеної в Регламенті.

Заміна вогнезахисного покриву в цілому, за виключенням форс-мажорних обставин, таких як пожежа, вибух, або механічного руйнування, не потрібна.

Зберігання та транспортування вогнезахисних матеріалів

Матеріали транспортуються і зберігаються готовими до використання в герметичних пластикових відрах ємністю 12,5 кг. Кожна упаковка повинна мати наклейку.

Транспортування матеріалів можлива всіма видами транспорту, в критому транспорті, згідно з правилами перевезень вантажів для даного транспорту. Транспортування здійснюється в тарі виробника при температурі не нижче + 5° С.

Зберігання здійснюється в тарі виробника в критих сухих складських приміщеннях при температурі не нижче + 5 ° С.

Матеріал потребує захисту від морозу.

Відра при складуванні повинні перебувати у вертикальній площині.

Гарантований термін складського зберігання при виконанні вимог виробника для матеріалів становить 18 місяців.

Вимог пожежної безпеки під час транспортування та зберігання матеріалів не вимагається.

Охорона праці і техніка безпеки

Вогнезахисні матеріали «PYRO - SAFE» згідно токсиколого-гігієнічного паспорту і висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи відносяться до 2 і 3 класу небезпеки, відповідають вимогам діючого санітарного законодавства України і можуть бути використані в заявленій сфері застосування. При попаданні вогнезахисних матеріалів на шкірний покрив

забруднені ділянки необхідно промити водою. При попаданні в очі можливо слабе роздратування, при цьому необхідно промити очі питною водою. Не допускається попадання матеріалу в усередину організму.

До роботи з даними вогнезахисними матеріалами допускаються працівники, які вивчили справжній ППР і регламенти з вогнезахисту, пройшли вступний, первинний, повторний і цільовий інструктажі, пройшли навчання і перевірку знань з охорони праці. Працівники повинні мати при собі посвідчення про перевірку знань з відміткою про проходження медкомісії з допуском до робіт на висоті, в ДЕУ, з температурою, III. Працівники повинні пройти навчання безпечним прийомом роботи на робочому місці і перевірку знань з присвоєнням групи з електробезпеки.

Забороняється допуск до роботи працівників, які не пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці.

Роботи з вогнезахисної обробки слід виконувати за нарядом-допуском, оформленим відповідно до НПАОП 40.1-1.01-97 і містить безпечні умови робіт із зазначенням небезпечних зон, небезпечних факторів і заходів з безпеки праці.

Підрядна організація, які виконує роботи з вогнезахисної обробки, повинна мати ліцензію на цей вид робіт.

При виконанні робіт необхідно застосовувати індивідуальні засоби захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту»:

- каска захисна;
- захисні окуляри;
- гумові рукавички, респіратор типу «Лепесток»;
- комбінезони або спец, одяг (куртка і штани);
- спец. взуття (черевики).

Для безпечного ведення робіт повинен бути призначений керівник робіт, який здійснює нагляд за членами бригади і відповідно до п.6.1.8 НПАОП 40.1-1.01-97 відповідає за:

- виконання заходів безпеки, передбачених нарядом, і їх достатність;
- чіткість і повноту інструктажу членів бригади;
- наявність, справність і правильне застосування необхідних при виконанні робіт засобів захисту, інструментів, пристосувань;
- наявність і збереження на робочому місці заземлень, огорожень, знаків і плакатів з безпеки праці;
- організацію і безпечне проведення робіт і дотримання правил безпечної експлуатації.

Робота виконується за заявкою, дозволеної в установленому порядку. Час роботи визначається заявкою. Щодня перед початком робіт керівник робіт повинен проводити цільовий інструктаж і перевіряти наявність спец, одягу, спец, взуття та інших засобів індивідуального захисту, інструмент відповідно до виконуваної роботою і технологічним процесом.

Керівник робіт за нарядом допуском повинен мати не нижче IV групи з електробезпеки, члени бригади не нижче II групи. Керівник робіт повинен ознайомити бригаду з обсягами і місцем проведення робіт, технічною документацією і даними ППР, а також провести інструктаж персоналу по організації, технології виконання робіт, техніки безпеки, пожежної безпеки. Без проведення інструктажу допуск бригади до роботи забороняється.

Відповідальність за безпечне виконання робіт несе керівник робіт за нарядом- допуском.

До початку виконання робіт повинно бути забезпечене наступне:

- подана заявка і встановлені засоби підмоцнування (при виконанні робіт на висоті);
- система пожежної сигналізації та пожежогасіння виведена з чергування в приміщеннях, обладнаних АУПТ (на час виконання робіт);
- перевірено і введено в роботу робоче та аварійне освітлення (при необхідності додаткове);
- подана заявка на підключення тимчасових струмоприймачів.

Допуск до роботи за нарядом-допуском слід проводити безпосередньо на робочому місці після перевірки допускає підготовки робочого місця. На робочих місцях в проходах повинні бути визначені небезпечні зони, в межах яких постійно діють небезпечні виробничі фактори. Небезпечні зони повинні бути огорожені сигнальною стрічкою і позначені знаками безпеки і написами. На підготовлених робочих місцях вивісити плакат «Працювати тут».

Нагляд під час виконання робіт виконується відповідно до вимог п. 6.6 НПАОП 40.1-1.01-97.

Оформлення перерв у роботі та її закінчення виконується відповідно до вимог п. 6.8 НПАОП 40.1-1.01-97.

По закінченню робіт обладнання та інструменти повинні бути промиті питною водою. Забруднена вода повинна бути злита в ємність, зазначену замовником робіт. Для запобігання засмічення - слив в каналізацію не допускається.

#### Протипожежні заходи

Пожежну безпеку на ділянках робіт і робочих місцях слід забезпечувати відповідно до вимог НАПБ Б.01.014-2007 «Правила пожежної безпеки при експлуатації атомних станцій».

Відповідальність за пожежну безпеку, наявність і справне утримання засобів пожежогасіння при виконанні робіт, своєчасне виконання протипожежних заходів несе керівник робіт. Проходи до пожежного інвентарю, обладнання та засобів пожежогасіння мають бути завжди вільними. Забороняється захаращувати шляхи евакуації в приміщенні, в якому виконуються вогнезахисні роботи, і використовувати їх для складування матеріалів. Речовини і матеріали, що використовуються в технологічному процесі, дозволяється зберігати на робочих місцях в кількості, яка не перевищує змінну норму.

Персонал, який залучається до виконання вогнезахисних робіт, повинен знати:

- пожежну небезпеку технологічного процесу виробництва приміщення обладнання, де проводяться роботи;
- шляхи евакуації з приміщень і споруд, в яких виконують роботи, в безпечне місце;
- характеристики і порядок застосування наявних засобів пожежогасіння;
- місця розміщення первинних засобів пожежогасіння;
- місця розміщення засобів зв'язку;
- порядок виклику пожежної охорони та дій у разі виникнення пожежі. Використовувані при виробництві вогнезахисних робіт машини, механізми та технологічне оснащення за своїми технічними характеристиками повинні відповідати умовам безпечного виконання робіт.

Утилізація відходів матеріалів повинна проводитися відповідно до правил утилізації звичайних будівельних відходів.



CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE  
 證書 證書 證書 證書 證書 證書 證書 證書 證書 證書  
 CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE CERTIFICATE



10175  
DСТУ EN ISO/IEC 17065



## СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ / CERTIFICATE ON CONFORMITY

Зареєстровано в реєстрі органу сертифікації за №

UA.032.CC.0162-19

Зареєстровано в реєстрі органу сертифікації под №/

Registered at the Record of certification body under №

Термін дії з

14 травня 2019 р. до 08 серпня 2022 р.

Срок действия с/

Term of validity is from

Сертифікат

видано

Сертифікат выдан/

Certificate is issued on

«SVT BRANDSCHUTZ VERTIEBSGESSELLSCHAFT MBH INTERNATIONAL» (Німеччина),  
Glüsinger Straße 86, DE-21217 Seevetal, Germany

Продукція

Продукция/Production

Вогнезахисна речовина (фарба з реактивною властивістю)  
«PYRO-SAFE FLAMMOPLAST-SP-A2»  
для вогнезахисту металевих конструкцій будівель і споруд.  
Класи вогнестійкості від R 30 до R 90 відповідно до додатків №№ 1 – 4.  
Витрата вогнезахисної речовини при нанесенні (без урахування технологічних витрат) не менше ніж 1,76 кг/м<sup>2</sup> на 1 мм покриття в сухому стані.  
Грунтувальне покриття «ГФ-021» (ГОСТ 25129-82 «Грунтовка ГФ-021. Технические условия») середньою товщиною сухого шару 0,05 мм.  
Від атмосферних впливів застосовується захисний лак SP-2 товщиною 0,06 мм

3824

(код (s) УКТЗЕДУ/ДКПП)  
(UKTZED/DKPP code (s))

Відповідає

вимогам

Соответствует требованиям/

Comply with the requirements

(повна назва, тип, вид, марка, торгова марка) / (complete product name, type, kind, model, merchandise mark (trademark))  
Державних будівельних норм і стандартів України:  
ДБН В.1.2-7:2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» п. 6.3.1.3.4;  
ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» п. 5.3;  
ДСТУ Б В.1.1-17:2007 (ENV 13381-4:2002, NEQ) «Захист від пожежі. Вогнезахисні покриття для будівельних несучих сталевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності»

(позначення нормативних документів)/(denotation of normative documents)

Виробник

Производитель/

Producer

Місце

виробництва

Место производства/

Place of production

«SVT BRANDSCHUTZ VERTIEBSGESSELLSCHAFT MBH INTERNATIONAL» (Німеччина)

Glüsinger Straße 86, DE-21217 Seevetal, Germany

Сертифікат  
видано органом  
сертифікації

Сертифікат выдан органом

сертификации/

Certificate is issued by the

certification body

ОС «Центр сертифікації матеріалів та виробів»,  
юр. адр.: 03164, м. Київ, вул. Малинська, 20-А;  
пошт. адр.: 03067, м. Київ, вул. Виборзька, 103;  
тел. 221-94-10; 404-88-03; 457-69-23

Додаткова

інформація

Дополнительная

информация/Additional

information

Продукція, що виробляється серійно з 14.05.2019 до 08.08.2022.  
Здійснюється інспекційний контроль за системою управління якістю виробництва продукції згідно з Ліцензійною угодою.  
Порядок виконання робіт та витрата матеріалу згідно з Регламентом робіт з вогнезахисту металевих конструкцій будівель і споруд «Вогнезахисна речовина «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST-SP-A2»

На підставі

На основании/

On the grounds of

Протокол сертифікаційних випробувань від 14.07.2017 № 9/СПК-17 ВЦ ТОВ «ТЕСТ» (атестат акредитації № 2Н365 дійсний до 10.04.2024).  
Звіт за результатами перевірки системи управління якістю виробництва на відповідність ДСТУ 9001:2015 ОС ЦСМВ від 02.08.2018 № 347/18.  
Рішення ОС «ЦСМВ» № 137-1/19 від 07.05.2019 про видачу сертифіката відповідності

Заст. керівника органу з сертифікації

Руководитель органа сертификации/

Director of the certification body



В.І. Приймаченко

(підпис, ініціали, прізвище)  
(signature, initials, family name)

Рисунок 3.1 — Сертифікат відповідності до вогнезахисного матеріалу.


УКРАЇНА  
Товариство з обмеженою відповідальністю  
«ІНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТНО-  
ВИРОБНИЧА  
КОМПАНІЯ «СПЕЦЗАХИСТ»  
ТОВ «ІПВК «СПЕЦЗАХИСТ»



УКРАЇНА  
Общество с ограниченной ответственностью  
«ІНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТНО-  
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ  
КОМПАНИЯ «СПЕЦЗАЩИТА»  
ООО «ИППК «СПЕЦЗАЩИТА»

Юрид. адреса: 69002, м. Запоріжжя, вул. Запорізька, 9, кв. 69  
Факт. адреса: 69035, м. Запоріжжя, вул. Заводська, б. 3  
Tel (067) 617-81-71  
Email: speczashita@meta.ua  
Лицензия серия АЕ №291874 от 22.08.2014г.

ПОГОДЖЕНО  
Директор з експорту  
Svt Brandschutz Vertiebsgesellschaft  
mbH International

  
Олександр Кім  
«19» 12 2019 р.

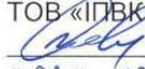


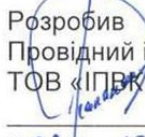
ЗАТВЕРДЖЕНО  
Директор ТОВ «ІПВК «Спецзахист»  
Д.О. Любченко  
2019 р.



### РЕГЛАМЕНТ РОБІТ З ВОГНЕЗАХИСТУ

Вогнезахисний матеріал PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2  
для сталевих конструкцій

Керівник розробки:  
Заступник директора  
ТОВ «ІПВК «Спецзахист»  
  
Р.П. Совгіря  
«02» 12 2019 р.

Розробив  
Провідний інженер  
ТОВ «ІПВК «Спецзахист»  
  
С.С. Сарпанюк  
«02» 12 2019 р.

Запоріжжя  
2019

Рисунок 3.2 — Регламент робіт з вогнезахисту

	
<b>ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ</b> вул. Б. Грінченка, 1, м. Київ, 01001, тел. 279-12-70, 279-75-58, факс 279-48-83, e-mail: info@dpss.gov.ua	
<b>ЗАТВЕРДЖУЮ</b> Голова Держпродспоживслужби Магалепська В.В. (прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис) _____ М.П. _____	
<b>ВИСНОВОК</b> <b>державної санітарно-епідеміологічної експертизи</b>	
від <u>18.12</u> 2020 р.	№ <u>12.2-18-3/ 29079</u>
Об'єкт експертизи: Матеріал вогнезахисний PIRO-SAFE Flammoplast SP-A2	
виготовлений у відповідності із -	
Код за ДКПП, УКТЗЕД, артикул: 3824	
Сфера застосування та реалізації об'єкта експертизи: Ввезення, пасивний протипожежний захист	
Країна-виробник: Німеччина, Фірма «stv Brandschutz Vertriebsgesellschaft mbH International», Glusinger Strasse 86, D-21217, Seevetal, Germany <small>(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт)</small>	
Заявник експертизи: Україна, Товариство з обмеженою відповідальністю «ІНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТНО-ВИРОБНИЧА КОМПАНІЯ «СПЕЦЗАХИСТ», 69002, м. Запоріжжя, вул. Запорізька, б.9, кв.69, Tel/fax (061) 280-51-54, тел. (067) 617-81-71, speczashita@ukr.net www.speczashit.zp.ua; Код за ЄДРПОУ 37778452 <small>(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт)</small>	
Дані про контракт на постачання об'єкта в Україну: Контракт додається до супроводжуючої вантаж документації	
<b>Об'єкт експертизи відповідає встановленим медичним критеріям безпеки/показникам:</b> Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не більше ГДК, а саме концентрацій: за акриловим ефіром етиленгліколю – 0,5 мг/м <sup>3</sup> , 2 клас небезпеки відповідно до Гігієнічних регламентів «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони», затверджено: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 р. № 1596, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 серпня 2020 р. за N 741/35024.	
<b>Необхідними умовами використання/застосування, зберігання, транспортування, утилізації, знищення є:</b> При використанні дотримуватись рекомендацій виробника. Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони здійснюється за узгодженими МОЗ методичними вказівками. При використанні застосовувати засоби індивідуального захисту згідно з галузевими	

Рисунок 3.3 — Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи на вогнезахисну фарбу



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ  
БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ**  
вул. Б. Грінченка, 1, м. Київ, 01001, тел. 279-12-70, 279-75-58, факс 279-48-83,  
e-mail: info@dpss.gov.ua

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Голова Держпродспоживслужби  
**Магалецька В.В.**  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
\_\_\_\_\_  
(підпис)  
\_\_\_\_\_  
М.П.

**ВИСНОВОК**  
державної санітарно-епідеміологічної експертизи

від 28.12 2020 р. № 12.2-18-3/29058

**Об'єкт експертизи:** Матеріал вогнезахисний PIRO-SAFE Dekorlack SP-2

---

**виготовлений у відповідності із -**

---

**Код за ДКПП, УКТЗЕД, артикул:** 3824

---

**Сфера застосування та реалізації об'єкта експертизи:** Ввезення, пасивний протипожежний захист

---

**Країна-виробник:** Німеччина, Фірма «stv Brandschutz Vertriebsgesellschaft mbH International»,  
Glusinger Strasse 86, D-21217, Seevetal, Germany  
(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт)

---

**Заявник експертизи:** Україна, Товариство з обмеженою відповідальністю «ІНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТНО-ВИРОБНИЧА КОМПАНІЯ «СПЕЦЗАХИСТ», 69002, м. Запоріжжя, вул. Запорізька, б.9, кв.69, Tel/fax (061) 280-51-54, тел. (067) 617-81-71, speczashita@ukr.net www.speczahist.zp.ua;  
Код за ЄДРПОУ 37778452  
(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт)

---

**Дані про контракт на постачання об'єкта в Україну:** Контракт додається до супроводжуючої вантаж документації

---

**Об'єкт експертизи відповідає встановленим медичним критеріям безпеки/показникам:**  
Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не більше ГДК, а саме концентрацій: за трифенілфосфатом – 1 мг/м<sup>3</sup>, 2 клас небезпеки відповідно до Гігієнічних регламентів «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони», затверджено: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 р. № 1596, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 серпня 2020 р. за N 741/35024.

---

**Необхідними умовами використання/застосування, зберігання, транспортування, утилізації, знищення є:** При використанні дотримуватись рекомендацій виробника. Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони здійснюється за узгодженими МОЗ методичними

Рисунок 3.4 — Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи на захисний лак

### 3.4 Приклад розрахунку вогнезахисного покриття

Витрати матеріалу SP-A2 визначаються згідно діючого сертифіката або діючого протоколу за результатами випробувань.

При нанесенні матеріалу пензлями чи валиками технологічні витрати будуть мінімальні і можуть складати 5-10%.

У разі нанесення матеріалу за допомогою повітряних або безповітряних розпилювачів високого тиску технологічні витрати можуть складати до 30 %.

Витрати матеріалу SP-A2 при нанесенні на 1 мм покриття у сухому стані

1,76 кг/ м<sup>2</sup> (без урахування технологічних витрат – 30%)

Витрати захисного лаку SP-2 при нанесенні на 1 м<sup>2</sup> складають 0,2 кг (без урахування технологічних витрат – 30%).

Примітка: об'єми робіт і специфікація матеріалів, за потреби, може змінюватися/коригуватися в процесі виконання робіт.

Питомі витрати згідно з проведеними випробуваннями

При відносній вологості вище 85 %, в приміщеннях обладнаних системами пожежогасіння та при аварійних режимах, необхідно обов'язкове застосування захисного лаку SP-2 з витратою 150-200 г/м<sup>2</sup>.

Методи розрахунку витрат залежно від його властивостей, способу нанесення, технологічних витрат.

Розрахунок витрат SP-A2.

Розрахунок витрат SP-A2 визначаються згідно діючого сертифіката або діючого протоколу за результатами випробувань

Розрахунок витрат SP-2.

При відносній вологості вище 85 % та при аварійних режимах, вказаних в таблиці 1, необхідно обов'язкове застосування захисного лаку SP-2 з витратою 150- 200 г/м<sup>2</sup>.

При необхідності враховуються технологічні витрати, згідно діючого сер-

№ з/п	Сортамент	Марка елемента	Кількість, шт.	Площа окраски, м <sup>2</sup>	Мінімальна товщина до нанесення матеріалу, мм	Витрата матеріалу на 1 м <sup>2</sup> , кг	Кількість ВЗП SP-A2
-------	-----------	----------------	----------------	-------------------------------	---	--	---------------------

тифіката або діючого протоколу за результатами випробувань.

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ТО. В місцях проходів кабельних потоків</b>							
<b>В вісях 7-8 на відм. 11.400</b>							
1	I35K1	K26	2	11,59	0,3	1,76	7,955376
2	кв.160x6	BC4	1	0,51	0,3	1,76	0,350064
3	кв.160x6	BC5	1	1,92	0,3	1,76	1,317888
4	I50B3	B8	3	11,9	0,3	1,76	8,16816
5	I50B3	B9	4	24,48	0,3	1,76	16,803072
6	I45B3	B11	10	29,49	0,3	1,76	20,241936
<b>В вісях 9-10 на відм. 6.000 и 10.000</b>							
1	I35K1	K26	1	13,77	0,3	1,76	9,451728
2	кв.160x6	BC5	1	3,4	0,3	1,76	2,33376
<b>В вісях 9-10 на відм. 6.000</b>							
1	I40Ш2	B1	3	35,46	0,3	1,76	24,339744
2	I40Ш1	B12	10	44,89	0,3	1,76	30,812496
3	I40B3	B2	3	3,07	0,3	1,76	2,107248
<b>Щ4,Щ6,Щ8,Щ10</b>							
1	I35B2	B9	2	3,32	0,3	1,76	2,278848
<b>В вісях 6-7 - А на відм. 4.000; в вісях 5-6 на відм. 11.400</b>							
1	I35K1	K2	2	8,9	0,3	1,76	6,10896
2	I35K1	K26	3	13,35	0,3	1,76	9,16344
3	кв.160x6	BC4	5	8,52	0,3	1,76	5,848128
<b>Площадка в вісях 6-7 - А на відм. 4.000</b>							
1	I40K4	B7	2	8,64	0,3	1,76	5,930496
<b>Площадка в вісях 5-6 на відм. 11.400</b>							
1	I50B3	B8	4	22,11	0,3	1,76	15,176304
2	I50B3	B8a	1	9,9	0,3	1,76	6,79536
3	I50B3	B9	5	17,82	0,3	1,76	12,231648
4	I45B3	B10	2	6,32	0,3	1,76	4,338048
5	I45B3	B11	14	65,82	0,3	1,76	45,178848
<b>В вісях 2-3 Б на відм. 6.000</b>							
1	I35K1	K2	4	13,25	0,3	1,76	9,0948
2	кв.160x6	BC4	4	2,79	0,3	1,76	1,915056
3	кв.160x6	BC5	2	1,02	0,3	1,76	0,700128
<b>Площадка в вісях 2-3 Б на відм. 6.000</b>							
1	I40Ш2	B2	8	45,71	0,3	1,76	31,375344
<b>Площадка біля вісі Б на відм. 3.200</b>							

Таблиця 3.1 - Розрахунок витрат в місцях, де необхідно донанесення ВЗМ

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1	I60Ш1	B1	4	3,58	0,3	1,76	2,457312
2	I60B2	B2	1	0,78	0,3	1,76	0,535392
3	I45B3	B3	2	2	0,3	1,76	1,3728

Площадка біля вісі Б на відм. 4.000							
1	2	3	4	5	6	7	8
1	I30K4	B2	5	33,84	0,3	1,76	23,227776
Площадка на відм. 23.100 і 24.000							
1	I60B3	B3a	1	1,69	0,3	1,76	1,160016
2	I55B2	B4a	1	11,7	0,3	1,76	8,03088
3	I55B1	B5	1	1,55	0,3	1,76	1,06392
4	I55B1	B5a	3	14,09	0,3	1,76	9,671376
5	I45B3	B6	2	2,58	0,3	1,76	1,770912
6	I45B3	B6a	1	1,13	0,3	1,76	0,775632
7	I45B3	B14	1	1,45	0,3	1,76	0,99528
Площадка на відм. 19.800							
1	I55B2	B4	1	17,55	0,3	1,76	12,04632
2	I45B3	B6	4	34,51	0,3		
Площадка на відм. 4.000							
1	I30K4	B7	2	8,64	0,3	1,76	5,930496
Колони, зв'язки в вісях А-Б							
1	кв.160x6	BC2	2	2,82	0,3	1,76	1,935648
2	кв.160x6	BC6	1	0,96	0,3	1,76	0,658944
Балки в вісях А-Б							
1	I60B3	B3a	2	4,64	0,3	1,76	3,184896
2	I45B3	B6	1	1,13	0,3	1,76	0,775632
3	I50B3	B8	1	2,7	0,3	1,76	1,85328
Колони та балки в вісі А							
1	Збірна конструкція	K1	9	487,43	0,3	1,76	334,57195 2
2	Збірна конструкція	K2	1	86,91	0,3	1,76	59,655024
Елементи на відм. 8.000, 10.000, 11.400 в віссі А							
1	кв.160x6	BC4	3	5,25	0,3	1,76	3,6036
Площадка на відм. 10.000 в віссі А							
1	I60B2	B3	4	24,36	0,3	1,76	16,720704
Площадка на відм. 11.400 в віссі А							
1	I50B3	B8	7	41,94	0,3	1,76	28,787616
2	I50B3	B9	6	69,84	0,3	1,76	47,938176
3	I45B3	B11	3	17,66	0,3	1,76	12,121824
Елементи в віссі Б							
1	кв. 180x6	BC6	2	12,39	0,3	1,76	8,504496
Елементи на відм. 11.400 в віссі Б							
1	I50B3	B8	10	26,1	0,3	1,76	17,91504
2	I50B3	B9	2	13,41	0,3	1,76	9,204624
3	I45B3	B11	4	38,64	0,3	1,76	26,522496

Продовження таблиці 3.1



<b>ТО. В місцях маслonaповненого обладнання</b>							
<b>Схема елементів на відм. 0.000</b>							
1	I35K1	K2	2	9,11	0,3	1,76	6,253104
2	I35K1	K26	1	3,1	0,3	1,76	2,12784
3	кв.160x6	BC5	1	2,7	0,3	1,76	1,85328
4	I26Ш2	ПЗ2	1	9,3	0,3	1,76	6,38352
5	I30Ш2	Ф1	1	42,9	0,3	1,76	29,44656
6	I30Ш3	Ф1	1	4,14	0,3	1,76	2,841696
<b>Схема елементів на відм. 0.000 та 8.000 біля вісі 3</b>							
1	I30K1	K1	2	32,04	0,3	1,76	21,992256
2	кв.160x6	BC4	2	3,45	0,3	1,76	2,36808
3	I35Ш2	Щ3	1	13,49	0,3	1,76	9,259536
4	I35Ш2	Щ4	2	10,66	0,3	1,76	7,317024
5	I40Ш2	Щ5	1	20,04	0,3	1,76	13,755456
6	I35Ш2	Щ7	1	13,49	0,3	1,76	9,259536
<b>Схема елементів на відм. 10.000 біля вісі 10-А</b>							
1	I60Б2	Б3	2	14,96	0,3	1,76	10,268544
2	I40Б3	Б5	1	6,84	0,3	1,76	4,694976
3	I30Б1	Щ16	1	1,01	0,3	1,76	0,693264
4	I45Б2	Щ21	1	4,29	0,3	1,76	2,944656
5	I55Б1	Б4	1	20,48	0,3	1,76	14,057472
<b>Схема елементів на відм. 10.000, 10.800, 12.000, 15.000 в вісях 8-10</b>							
1	I35K1	K2	1	7,14	0,3	1,76	4,900896
2	I35K1	K26	1	14,91	0,3	1,76	10,234224
<b>Площадка на відм. 10.000 в вісях 8-10</b>							
1	I60Б2	Б3	1	3,46	0,3	1,76	2,374944
2	I40Б3	Б5	2	8,39	0,3	1,76	5,758896
<b>Площадка на відм. 12.000 в вісях 8-10</b>							
1	I40Б3	Б5	6	34,83	0,3	1,76	23,907312
<b>Площадка на відм. 15.000 в вісях 8-10</b>							
1	I55Б1	Б11, Б12	6	36,57	0,3	1,76	25,101648
2	I55Б3	Б9	1	5,22	0,3	1,76	3,583008
3	[40	Щ28-Щ30	3	33,9	0,3	1,76	23,26896
<b>Площадка на відм 6.000 (вісі 9-10)</b>							
1	I40Ш2	Б4	3	12,96	0,3	1,76	8,895744
<b>Елементи по вісі А (8-10) на відм. 14.890 та 21.000</b>							
1	I60Б3	Б1		67,32	0,3	1,76	46,208448
2	2 L 140x10	КР1	4	6,83	0,3	1,76	4,688112
3	I45Б2	Площадка	1	68,64	0,3	1,76	47,114496
<b>РАЗОМ</b>				<b>512,17</b>			<b>351,553488</b>
<b>ВСЬОГО</b>				<b>1891,39</b>			<b>1274,56243</b>

Таблиця 3.2 - Відомість об'ємів робіт

Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість
1. Очищення поверхні від бруду	м <sup>2</sup>	1891,39
2. Знепилювання поверхні	м <sup>2</sup>	1891,39
3. Знежирення поверхні	м <sup>2</sup>	1891,39
4. Покриття металоконструкцій ВЗМ «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2»	м <sup>2</sup>	1891,39

Таблиця 3.3 - Специфікація ВЗМ

№ з/п	Найменування	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість
1	ВЗМ «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2»	svt Products GmbH (svt Brandschutz), Німеччина	кг	1274,56

## ВИСНОВКИ

Метал або сталь є одними з основних складових елементів в конструкції будь-якої будівлі або споруди разом з каменем і бетоном, тому заходи по його вогнезахисту є дуже важливими складовими в боротьбі за пожежобезпечність. Таврові і двотаврові балки з сталі, сталеві колони та інші складові вашої конструкції при відсутності вогнезахисту можуть повести себе при виникненні пожеж і впливу критичних температур вкрай непередбачувано. Відомо, що головним завданням і основною функцією металевих конструкцій є утримання будівлю і запобігання його обвалення.

Однак міцність і надійність металу незаперечна в умовах звичайних температур зовнішнього середовища, а в умовах впливу на нього максимально високої критичної температури він може стати пластичним і гнучким. Експерименти і тести показують, що максимально метал чинить опір вогню до п'яти хвилин, після спливу яких він починає згинатися і плавитися. При цьому процесі відбувається необоротне пошкодження цілісності конструкцій будівель і споруд на його основі.

Захист об'єктів критичної інфраструктури є необхідністю для нормальної життєдіяльності країни.

Віднесення об'єктів до критичної інфраструктури здійснюється за сукупністю критеріїв, що визначають їх соціальну, політичну, економічну, екологічну значущість для забезпечення оборони країни, безпеки громадян, суспільства, держави і правопорядку, зокрема для реалізації життєво важливих функцій та надання життєво важливих послуг, свідчать про існування загроз для них, можливість виникнення кризових ситуацій через несанкціоноване втручання в їх функціонування, припинення функціонування, людський фактор чи природні лиха, тривалість робіт для усунення таких наслідків до повного відновлення штатного режиму.

Існує безліч способів вогнезахисту несучих металевих конструкцій.

Методи і способи захисту можуть бути різними, але основними і найбільш розповсюдженими з них є:

- застосування вогнетривких покриттів, що мають у своєму складі рідке скло, мінералізоване волокно та інше;
- застосування реактивної вогнетривкої фарби, що представляє собою склад з елементів органічного і неорганічного походження.

В результаті використання цих методів можливе збільшення межі вогнестійкості конструкцій з сталі до величини від 15 хвилин до двох з половиною годин.

В даний час спостерігається значне розширення ринку вогнезахисних матеріалів. Успішно розробляються нові вітчизняні засоби вогнезахисту, упроваджуються зарубіжні. У цьому різноманітті вогнезахисних матеріалів і технологій перед проектувальником і забудовником постає завдання оптимального вибору засобів пасивного вогнезахисту стосовно конкретних об'єктів.

Ґрунтуючись на проведеному аналізі способів підвищення межі вогнестійкості металевих будівельних конструкцій шляхом їх вогнезахисту, вважаємо перспективним:

- пошук нових вогнезахисних інтумесцентних покриттів, що забезпечують необхідну для використання металевих конструкцій межу вогнестійкості, зі складами, котрі при пожежі будуть виділяти менше токсичних речовин та газів;

- пошук нових вогнезахисних інтумесцентних покриттів, що забезпечують необхідну для використання металевих конструкцій межу вогнестійкості, зі складами, котрі при пожежі будуть виділяти менше токсичних речовин та газів;

Якісна вогнезахисна обробка металевих конструкцій – запорука тривалої експлуатації, надійності та безпеки споруди. Це пояснюється тим, що здавалося б надійні сталеві несучі елементи конструкції навіть під нетривалим впливом високих температур деформуються та втрачають несучу здатність. Оскільки

металеві каркаси використовуються майже в усіх сферах будівництва, дотримання норм вогнезахисної обробки та застосування перевірених та сертифікованих засобів для виконання останньої – актуальні, як ніколи, особливо в умовах нинішнього (мало контрольованого) будівельного ринку.

**ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Sami Ullah, Faiz Ahmad, Abdullah G. Al- Sehemi, Mohammed Ali Assiri, Muhammad Rafi Raza, Ahmad Irfan. (2020). Effect of expandable graphite and ammonium polyphosphate on the thermal degradation and weathering of intumescent fire- retardant coating. *Journal of Applied Polymer Science (IF3.125)*. DOI: 10.1002/app.50310.
2. Qandeel Fatima Gillani, Faiz Ahmad, Mohamed Ibrahim Abdul Mutalib, Puteri Sri Melor, Sami Ullah, Adiat Arogundade. (2016). Effect of Dolomite Clay on Thermal Performance and Char Morphology of Expandable Graphite Based Intumescent Fire Retardant Coatings. *Procedia Engineering*. 148. 146-150. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.06.505.
3. ASTM E119. Fire Tests of Building Construction and Materials [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nationalfiber.com/docs/Omega%20Point%20Lab%20Fire%20Blocking%20Test.pdf>
4. Muhammad Yasir, Faiz Ahmad, Puteri S.M. Megat-Yusoff, Sami Ullah, Maude Jimenez. (2019). Latest trends for structural steel protection by using intumescent fire protective coatings: a review. *Surface Engineering*. 36. 1-30. DOI: 10.1080/02670844.2019.1636536.
5. Maria Zielecka, Anna Rabajczyk, Krzysztof Cygańczuk, Łukasz Pastuszka, Leszek Jurecki. (2020). Silicone Resin-Based Intumescent Paints. *Materials* 13(21):4785. DOI: 10.3390/ma13214785.
6. Sami Ullah, Faiz Ahmad, Anildav Singh. (2014). Development and Testing of Intumescent Fire Retardant Coating on Various Structural Geometries. *Applied Mechanics and Materials*. 699:360-365. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.699.360.
7. Puri R. G., Khanna A. S. Intumescent coatings: A review on recent progress. *Journal of Coatings Technology and Research*. 2017. № 14. P. 1-20.

8. Vakhitova, L., Kalafat, K., Plavan, V., Bessarabov, V., Taran N., & Zagoriy, G. (2021). Comparing the effect of nanoclays on the water- resistance of intumescent fire-retardant coatings . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(6 (111), 59–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232822>
9. Chuang, C.-S., Sheen, H.-J. (2019). Effects of added nanoclay for styrene-acrylic resin on intumescent fire retardancy and CO/CO<sub>2</sub> emission. *Journal of Coatings Technology and Research*, 17 (1), 115–125. doi: <https://doi.org/10.1007/s11998-019-00246-x>.
10. Pimenta, J. T., Gonçalves, C., Hiliou, L., Coelho, J. F. J., Magalhães, F. D. (2015). Effect of binder on performance of intumescent coatings. *Journal of Coatings Technology and Research*, 13 (2), 227–238. doi: <https://doi.org/10.1007/s11998-015-9737-5>.
11. Geoffroy L, Samyn F, Jimenez M, Bourbigot S. Intumescent Polymer Metal Laminates for Fire Protection. *Polymers*. 2018; 10(9):995. <https://doi.org/10.3390/polym10090995>.
12. Zhan, W., Chen, L., Cui, F., Gu, Z., & Jiang, J. (2020). Effects of carbon materials on fire protection and smoke suppression of waterborne intumescent coating. *Progress in Organic Coatings*. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2019.105491.
13. Ning Lu, Pengchao Zhang, Ya'nan Wu, Danqing Zhu, and Zhu Pan (2019). Effects of Size of Zinc Borate on the Flame Retardant Properties of Intumescent Coatings. *International Journal of Polymer Science*. 2019(016): 1-15. DOI: 10.1155/2019/2424531.
14. Гивлюд М. М., Артеменко В. В., Яковчук Р. С., Веселівський Р. Б. Вогнезахисні речовини на основі наповнених силіційелементоорганічних зв'язок для металевих конструкцій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 26.1. С. 217–222.
15. Lorenza Carabba, Raffaella Moricone, Giordano Emrys Scarponi, Alessandro Tugnoli, Maria Chiara Bignozzi, Alkali activated lightweight mortars for passive fire protection: A preliminary study, *Construction and Building Materials*,

Volume 195, 2019, Pages 75-84, ISSN 0950-0618,  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.005>.

16. Andrius Kielė, Danutė Vaičiukynienė, Gintautas tamošaitis, Rėda Bistrickaitė. (2020). Thermal Properties of Alkali Activated Slag Plaster for Wooden Structures. *Scientific Reports*. 10(1):726. DOI: 10.1038/s41598-020-57515-8.

17. Gravit M. V., Golub E. V., Antonov S. P. (2018) Fire protective dry plaster composition for structures in hydrocarbon fire. *Magazine of Civil Engineering* 79 (3) pp. 86-94. DOI: 10.18720/MCE.79.9.

18. Новак С. В., Дріжд В. Л., Добростан О. В. Оцінювання відповідності штукатурок для вогнезахисту будівельних конструкцій на сталевій основі. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2020. № 2(10). С. 39–53.

19. EAD 350140-00-1106 Renderings and rendering kits intended for fire resistant applications (Штукатурки і комплекти, до складу яких вони входять, для забезпечення вогнестійкості).

20. Jochen Zehfuß, Lisa Sander. (2021). Gypsum plasterboards under natural fire – Experimental investigations of thermal properties. *Civil Engineering Design* Volume 3, Issue 3 p. 62-72. <https://doi.org/10.1002/cend.202100002>.

21. Seul-Hyun Park, Samuel L. Manzello, Dale P. Bentz, Tensei Mizukami. (2009). Determining thermal properties of gypsum board at elevated temperatures. *Fire and Materials* Volume 34, Issue 5 p. 237-250. <https://doi.org/10.1002/fam.1017>.

22. Rusthi Ibralebbe, Poologanathan Keerthan, Anthony Ariyanayagam, Mahen Mahendran. (2015). Numerical Studies of Gypsum Plasterboard and MgO Board Lined LSF Walls Exposed to Fire. Conference: Second International Conference on Performance-based Life-cycle Structural Engineering (PLSE 2015) At: Brisbane Convection & Exhibition Centre, Brisbane, Australia. DOI: 10.14264/uql.2016.544

23. Prakash Kolarkar, Mahen Mahendran. (2014). Experimental studies of gypsum plasterboards and composite panels under fire conditions. *Fire and Materials*. 38(1) p. 13-35. DOI: 10.1002/fam.2155.



24. Веселівський Р. Б., Яковчук Р. С., Василенко О.О., Семенюк П. В. Експериментальне дослідження вогнестійкості огорожувальних конструкцій з гіпсокартонними плитами. Пожежна безпека. 2015. № 27. С. 26–32.
25. Правила з вогнезахисту : НАПБ Б.01.012- 2019 [Чинний від 05.04.2019] Київ: Міністерство внутрішніх справ України, 2018.
26. ETAG № 018-1:2004. Guideline for european technical approval of fire protective products. Part 1: General.
27. ETAG № 018-2:2013. Guide for the European technical approval of fire protective products. Part 2: Reactive coatings for fire protection of steel elements.
28. ETAG № 018-3:2013. Guide for the European technical approval of fire protective products–Part 3: Renderings and rendering kits intended for fire resisting applications.
29. ETAG № 018-4:2011. Guideline for european technical approval of fire protective products. Part 4: Fire protective board, slab and mat products and kits.
30. Український центр сталевих будівництва. Рекомендації щодо вибору вогнезахисту : офіц. сайт. URL: <https://uscc.ua/vognezahyst-stalevyh-konstruktsiy> (дата звернення 12.11.2021).
31. Калафат К., Вахитова Л. Каталог средств огнезащиты стальных конструкций 2017. Публикация.Метінвест. 2017. 91 с.
32. Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей : ДСТУ Н Б В.2.6-212:2016 [Чинний від 01.04.2017]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 81 с.
33. Tekto hellas : офіц. сайт. URL: <https://www.tekto.gr/en/product/35-protherm-light> (дата звернення 10.11.2021).
34. Борис А. П., Половко А. П., Веселивский Р. Б. Экспериментальное исследование огнезащитных покрытий для металлических конструкций. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. 2014. № 35. С. 123–128.

35. Борсук О. В. Удосконалення методу розрахункової оцінки вогнестійкості сталевих балок із вогнезахисним мінераловатним облицюванням. : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 / Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. Львів, 2021. 170 с.

36. Про затвердження Технічного регламент будівельних виробів, будинків і споруд : Постанова Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 року №1764. Офіційний вісник України. 2006. № 51, ст. 3415.

37. ДБН В.1.2-7-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека». [Чинний від 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України. Київ, 2008. 30 с.

38. Про затвердження Правил з вогнезахисту: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26 грудня 2018 р. № 1064. Офіційний вісник України. 2019 р. №26, ст. 2214

39. Захарченко П. В., Гавриш О. М., Карпенко О. О., Петухова О. М. Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: вогнезахист будівельних конструкцій: навч. посіб. / КНУБА. Київ: «СПД Павленко», 2012.392 с.

40. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». [Чинні з 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України.2019. 32 с.

41. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.

42. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.31 с.

43. Пшегорлінська О.А. Організація та планування будівництва об'єктів та комплексів:методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проєктів. Запоріжжя, 2002.

44. Пушкаренко А.С., Васильченко О.В., Квітковський Ю.В. та інші. Вогнезахисне обробляння будівельних матеріалів і конструкцій: навч. посіб. Харків: НУЦЗУ, КП "Міська друкарня", 2011. 176 с.

45. Технологія будівельного виробництва: підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ: Вища шк., 2002. 430с.