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 вогнезахисту будівель та споруд в сучасному будівництві

Виконав: студент *2* курсу, групи 8.1923-пцб
Бренер Дмитро Володимирович
(прізвище та ініціали)
Спеціальность
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)
Керівник ст. викладач, доктор філософії Арутюнян Є.Е.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024 року

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

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код таі назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри
«__» _____ 20___ року

**З А В Д А Н Н Я**
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Бренер Дмитро Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз методів вогнезахисту будівель та споруд в сучасному будівництві.
керівник роботи Арутюнян Є.Е., доктор філософії, ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року
№ 1486-С
2 Строк подання студентом роботи 1.12.2024
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Загальні відомості предмету дослідження пасивного вогнезахисту. 2. Класифікація та використання вогнезахисних матеріалів. 3. Дослідження практичного використання вогнезахисту металоконструкцій на об'єкті критичної інфраструктури.
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 аркушів

6 Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Арутюнян Є.Е. | | |
| Розділ 2 | Арутюнян Є.Е. | | |
| Розділ 3 | Арутюнян Є.Е. | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7 Дата видачі завдання _____

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Прим. |
|---|---|---|---|
| 1 | Загальні відомості предмету дослідження пасивного вогнезахисту | з 01.10 по 24.10.2024 | |
| 2 | Класифікація та використання вогнезахисних матеріалів | з 25.10 по 15.11.2024 | |
| 3 | Дослідження практичного використання вогнезахисту металоконструкцій на об'єкті критичної інфраструктури | з 16.11 по 06.12.2024 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____ Д.В. Бренер
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ Є.Е. Арутюнян
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

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

# АНОТАЦІЯ

Бренер Д.В. Аналіз методів вогнезахисту будівель та споруд в сучасному будівництві.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Є.Е. Арутюнян, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2024.

У цьому дослідженні ретельно проаналізовано сучасні методи вогнезахисту металевих конструкцій у критичній інфраструктурі а також інші методи пасивного вогнезахисту, як вонезахист деревини та блискавкохахист, яка має велике значення для цивільного населення. Основною метою цього дослідження є оцінка практичного застосування цих методів, використовуючи системний підхід до їх аналізу. Особлива увага приділяється технічному стану вогнезахисного покриття металоконструкцій у спорудах критичної інфраструктури.

Також у дослідженні розглядається аналіз ринку вогнезахисних матеріалів, оскільки постійно виникають нові вітчизняні та імпортні засоби вогнезахисту. З урахуванням широкого спектру доступних матеріалів і технологій, перед проектувальниками та забудовниками стоїть завдання здійснити оптимальний вибір засобів пасивного вогнезахисту для конкретних об'єктів.

*Ключові слова: пасивний вогнезахист, аналіз протипожежні заходи, вогнезахист металевих конструкцій, юлискавкозахист, сучасні матеріали.*

# REPORT

Brener D. Analysis of fire protection methods of buildings and structures in modern construction.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor Y. Arutiunian, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2024.

In this study, modern methods of fire protection of metal structures in critical infrastructure are carefully analyzed, as well as other methods of passive fire protection, such as fire protection of wood and lightning protection, which are of great importance to the civilian population. The main goal of this study is to evaluate the practical application of these methods using a systematic approach to their analysis. Special attention is paid to the technical condition of the fire-resistant coating of metal structures in critical infrastructure buildings.

The study also considers the analysis of the market of fire protection materials, since new domestic and imported fire protection products are constantly emerging. Taking into account the wide range of available materials and technologies, designers and builders face the task of making the optimal choice of passive fire protection means for specific objects.

*Keywords: passive fire protection, analysis of fire prevention measures, fire protection of metal structures, thermal insulation, modern materials.*

**ЗМІСТ**


| | | |
|---|---|---|
| | **ВСТУП** | 7 |
| 1 | **ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСИВНОГО ВОГНЕЗАХИСТУ** | 10 |
| 1.1 | Загальні відомості про вогнезахист металоконструкцій | 10 |
| 1.2 | Загальні відомості про вогнезахист деревини | 13 |
| 1.3 | Загальні відомості про блискавкозахист | 19 |
| 2 | **КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ МАТЕРІАЛІВ** | 25 |
| 2.1 | Класифікація за пожежною небезпекою | 25 |
| 2.2 | Вогнезахист металів та легування у будівництві | 33 |
| 2.3 | Вогнезахист металевих конструкцій | 35 |
| 3 | **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ НА ОБ'ЄКТІ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ** | 50 |
| 3.1 | Загальні положення та характеристика об'єкту | 50 |
| 3.2 | Вибір вогнезахисного матеріалу | 52 |
| 3.3 | Організація та технологія виконання робіт | 54 |
| 3.4 | Приклад розрахуноку вогнезахисного покриття | 68 |
| | Висновки | 73 |
| | Перелік використаних джерел | 75 |

# 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".

Однією з основних вимог до будівель і споруд є збереження несучої здатності будівельних конструкцій під час пожежі. Збереження несучої здатності будівельних конструкцій (в тому числі і дерев’яних) досягається завдяки вогнезахисту. Вогнезахист – це зниження показників пожежної небезпечності матеріалу (тканина, папір, очерет, облицювальні та

оздоблювальні будівельні матеріали, сценічні декорації) або підвищення вогнестійкості конструкції (несучі та огороджувальні будівельні конструкції будинків і споруд) чи виробу (повітроводи, проходки, електричні кабелі).

Вогнезахист деревини здійснюється з метою підвищення температури займання та/чи групи горючості,зменшеннявиділенняпродуктівгоріння тощо.

Блискавкозахист у свою чергу усуває удар від блискавок і захищає не тільки будівлі, але і електричну мережу вцілому, радіозв'язок, комутаційне обладнання, антени телебачення, димові труби, вишки, технологічне обладнання та ін., а необхідність установки захисту обумовлена тим, що напруга при одному грозовому розряді може досягати до 50 мільйонів В з силою струму при цьому близько 300000 А. Удар при цьому супроводжується сильною звуковою, тепловою та світловою енергією, що не найсприятливішим чином може вплинути на цілісність споруди. Наслідки, в тих випадках, коли у будівлі немає надійної системи блискавкозахисту – забрані життя, зруйновані будівлі, пожежі, вихід з ладу електропроводки, устаткування і приладів.

**Актуальність теми.** Якісна вогнезахисна обробка металевих конструкцій є важливим елементом для забезпечення тривалої експлуатації, надійності та безпеки будівельних споруд на ряду з якінсним вогнезхаистом деревини та блискавкозахистом. 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.** Аналіз та дослідження вогнезахисту металевих конструкцій, ознайомлення з пасивним захистом деревини та блискавкозахистом.

**Об'єкт дослідження:** Один із ключових аспектів теоретичної інформації є вивчення різних методів протипожежного захисту металоконструкцій ферм,

таких як застосування спеціальних покриттів, огороджень, використання огнезахисних матеріалів тощо.

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

**Основні задачі:**

- Проведення систематичного огляду наукової літератури, нормативних документів та інших джерел, що стосуються протипожежного захисту металоконструкцій ферм, з метою аналізу джерел, пов'язаних з об'єктом дослідження процесів вогнезахисту.
- Визначення проблемних аспектів існуючих методів та матеріалів вогнезахисту, а також обгрунтування необхідності вдосконалення цих процесів для підвищення рівня безпеки і захисту металоконструкцій ферм.
- Проведення огляду та оцінки фактичного стану існуючих вогнезахисних покриттів на металоконструкціях ферм в умовах експлуатації, з урахуванням їх стійкості до пожежі, зносу та інших експлуатаційних факторів.
- Аналіз вибору зразків вогнезахисних матеріалів для проведення лабораторних досліджень.
- Оцінка технічного стану вогнезахисних покриттів з урахуванням результатів досліджень.

**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 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ 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.

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.

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.

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 ºС протягом 1 години. Результати показали, що покриття стабільне і добре зчеплюється зі сталевою основою. 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 сталевої основи до 180 ºC. 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. Kielė 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 °C. 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].

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].

## 1.2 Загальні відомості про вогнезахист деревини

Деревина – один з найдавніших будівельних матеріалів. Екологічність, зручність монтажу та обробки, висока несуча здатність при невеликій масі, низька теплопровідність роблять деревину актуальною в будівництві і сьогодні. В Америці та Європі дерев'яні будинки не втрачають провідних позицій в житловому будівництві і дозволяють заощадити до 15% бюджету будівництва (у порівнянні із іншимибудівельними матеріалами).

З дерева зводяться покриття, перекриття, стіни та перегородки будівель, дерев'яні конструкції міцні, надійні і можуть служити багато десятиліть. Найбільш раціональні і поширені в будівництві такі види дерев'яних

конструкцій та елементів: настил, підшивка,обшивка; панелі настилу або обшивки з дощатого каркасу, обклеєного водостійкоюфанерою; цілісні балки; ферми з цільних або клеєних стрижнів; похилі крокви з балок, стійок і підкосів; підкісні системи зі стійок і ригелів тощо.

Крім того, продукти горіння деревини не токсичні, не плавляться і не розтріскуються, а сама деревина є повністю відновлювальним матеріалом, та легко утилізується.

Разом з тим при суттєвих перевагах деревина має і недоліки, основним з яких є горючість. Вже при досягненні температури 250-260 ºС з деревини починає виділятися велика кількість окису вуглецю та метану і відбувається займання.

Вогнезахист виробів з деревини може забезпечуватись конструкційними рішеннями, до яких належать облицювання теплоізоляційними матеріалами, улаштування протипожежних перешкод, а також обробкою з застосуванням спеціальних вогнезахисних засобів (просочень, покриттів, фарб, лаків тощо). Розрізняють поверхневе і глибоке просочування деревини вогнезахисними засобами(антипіренами).Глибоке просочування здійснюють на спеціальному обладнанні під тиском. Поверхневе просочування (які застосування фарб,лаків) утворює на поверхні деревини захисний шар, що перешкоджає виникненню та поширенню пожежі. Механізм вогнезахисту деревини обумовлений поєднанням різних фізико-хімічних процесів зниження швидкості прогріву (покриття, що спучуються) та зміною механізму термодеструкції із збільшенням виходу коксового залишку та зменшенням виходу горючих газів, а також інгібіювання горіння конденсованої та газової фази (антипірени). Поверхневе вогнезахисне просочування залишається одним з найефективніших методів захисту дерев’яних конструкцій від впливу вогню. Застосування цього методу зниження показників пожежної небезпечності деревини переважно зумовлене балансом високої ефективності та економічної доступності вогнезахисних засобів, а також можливістю безпосереднього контролю з боку представників територіальних підрозділів Державної служби України з

надзвичайних ситуацій за якістю виконаних робіт з вогнезахисного просочування, що регламентовано.

Застосування сучасних антипіренів починається з праць французького фізика Гей-Люссака, який в 1891 р. дослідив значну кількість солей та пер-ший встановив перевагу солей амонію порівняно з іншими речовинами.

Для збереження природного зовнішнього вигляду і фактури деревини, а також зниження небезпеки її загоряння можна застосовувати різні методи вогнезахисту. Вогнезахист може бути глибоким чи поверхневим.

Всі вогнезахисні матеріали впливають або на горіння в газоподібній фазі, тобто на загоряння, або на розклад деревини. Розрізняють три основні наведені нижче механізми дії вогнезахисних матеріалів.

1. Дія інертних газів, які виділяють захисні матеріали. Кількість цих газів (газоподібний аміак, С2, СО2 тощо) разом з кількістю газів, які виділя-ються деревиною, може виявитися достатньою, щоб перешкодити досягнен-ню порога займистості повним обсягом цих газів, затримати момент заго-ряння, обмежуючи потім розміри і тривалість фази активного горіння за на-явності полум'я.

2. Підвищення температури утворення горючих газів. Наявність від-повідних фосфатів, сульфатів, сполук хлору, тощо, змінює під дією тепла розклад органічних матеріалів: активне горіння з утворенням полум'я може відбуватися тільки за вищої температури, що може бути досягнута протягом тривалого періоду.

3. Зниження температури обвуглювання. Під впливом тепла вогнеза-хисні матеріали виділяють кислоти (наприклад, фосфорну), що сприяють швидкому утворенню обвугленого шару на поверхні деревини з одночасним виділенням вуглекислого газу і водяної пари. Отже, відбувається своєрідне "коротке замикання" небезпечної фази горіння, що починається за темпера-тури близько 280 °С утворенням горючих газів (вуглеводнів і водню). Вна-слідок цього обвуглений шар утвориться без значного виділення горючих газів, і він слугує ізоляцією від загоряння наступних шарів деревини.

Нарешті необхідно відзначити, що від деяких вогнезахисних по-криттів, доволі ефективних проти впливу вогню, доводиться відмовлятися через виділення ними токсичних газів під час нагрівання.

Вогнезахисні речовини, як правило, базуються на сполуках фосфору, азоту, бору, діоксиду кремнію та їхніх комбінаціях, у яких вони поводяться як синергетики.

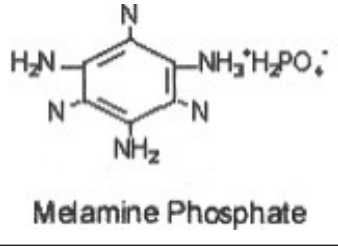
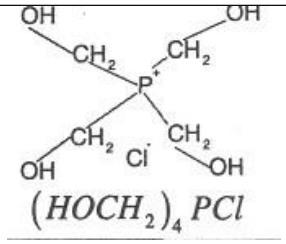
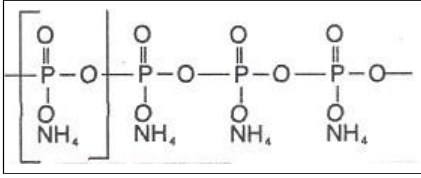
Вогнезахисні сполуки діють декількома способами. Деякі з них перед-бачають:

- сприяння утворенню обвугленого шару;
- перетворення летких газів у негорючі, такі, як водяна пара та діоксид вуглецю;
- формування глазурованого бар'єра на поверхні;
- формування бар'єра зі спученої піни на поверхні;
- завершення газової фази вільними радикалами.

Вогнезахисні склади використовують для затримки займання, обмеження поширення полум'я та зниження тепловиділення з дерев'яної основи.

Вогнезахисні склади використовують для затримки займання, обме-ження поширення полум'я та зниження тепловиділення з дерев'яної основи.

Таблиця 1.1 - Основні антипірени

| Формула | Назва |
|---|---|
| $(NH_4)_2HPO_4$ | Фосфорнокислий амоній двозаміщений. Діамоній фосфат *(di-ammonium phosphate)* |
| $(NH_4)H_2PO_4$ | Фосфорнокислий амоній однозаміщений. Фосфат амонію *(mono-ammonium phosphate)* |
| $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ | Бура (borax) тетраборнокислий натрій |
|  Melamine Phosphate | Фосфат меламіну (melamine phosphate) |
| $H_3PO_4$ | Ортофосфорна кислота (orthophosphoric acid) |
| $(NH_4)_2SO_4$ | Сірчанокислий амоній. Сульфат амонію *(ammonium sulphate)* |
| $B_2O_3$ | Ангідрид борної кислоти (boric) |
| $Na_2B_8O_{13}$ | Двонатрієвий октоборат (disodium octoborate) |
| $H_3BO_4$ | Борна кислота (acid/boric) |
| $Al(OH)_3$ | Гідроксид алюмінію |
| $CO(NH_2)_2$ | Сечовина за ГОСТом 6691-77 |
| $SC(NH_2)_2$ | Тіосечовина за ГОСТом 6344-73. |
|  $(HOCH_2)_4PCl$ | Тетра (гідроксометилен) фосфор хлорид (tetrakis(hydroxylmethyl) phosphonium cloride) |
|  | амоній поліфосфат (ammonium polyphosphate) |

Вибираючи вогнезахисний склад, необхідно враховувати такі чинники:

- тип дерев'яної основи;

- чи задовольняються вимоги відповідних норм;

- нове будівництво чи ремонт та реконструкцію;

- умови експлуатації;

- умови нанесення;

- ефективність протягом необхідного терміну експлуатації;

- як вливаєна зовнішній вигляд або на інші характеристики дерев'яної основи.

Вплив обробки антипіренами клеєної фанери на інтенсивність тепловиділення, визначений з використанням конічного калориметра за випромінювання 50 кВт/м$^2$, показано на рис. 1.5. Перший пік інтенсивності тепловиділення спостерігається для необроблених зразків перед початком обвуглювання і знижується або усувається для оброблених зразків.




Рисунок 1.3 - Підвищення температури під час випробовування деревостру-ж-кових плит залежно від щільності



Рисунок 1.4 - Криві інтенсивності тепловиділення для просоченої та непро-соченої клеєної фанери, експонованої за 50 кВт/м

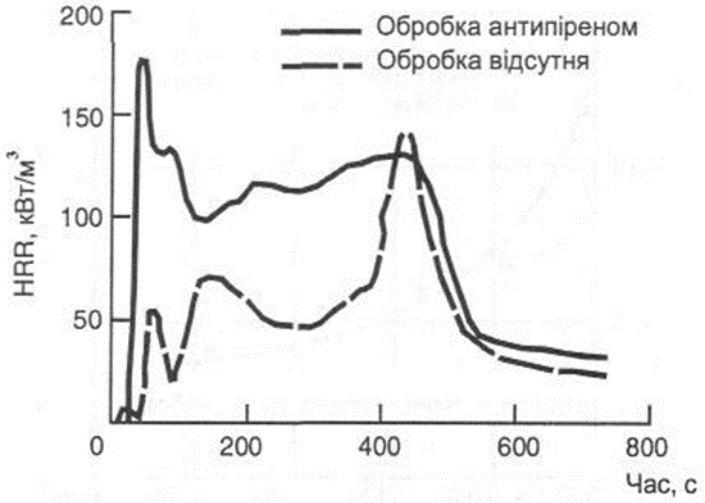



Рисунок 1.5 - Криві інтенсивності тепловиділення для просоченої та непро-соченої клеєної фанери, експонованої за 50 кВт/м

### 1.3 Загальні відомості про блискавкозахист

Блискавкозахист будівель і споруд – це комплекс технічних рішень і спеціальних пристосувань для забезпечення безпеки будівлі, а також майна і людей тих, що знаходяться в них та гарантії стабільного електропостачання. На земній кулі щорічно відбувається до 16-и мільйонів гроз, тобто близько 44 тисяч за день. Прямий удар блискавки дуже небезпечний для здоров'я людей, нерідкі випадки смертельного результату. Для будівель і споруд загрозами внаслідок безпосереднього контакту каналу блискавки з об'єктами, що вражаються, являються можливість займання або руйнування, а також ушкодження чутливого устаткування внаслідок супутнього блискавці імпульсного електромагнітного поля. Як відомо блискавка – це найпотужніший грозовий розряд струму, який виникає між землею і хмарами. Відповідно,

блискавка може трощити все що попадеться їй на шляху. Щоб уникнути цього й був застосований блискавкозахист. Проста на перший погляд конструкція здатна надати ефективний захист будь-якої житлової, комерційної або промислової споруди чи системи електропостачання. При цьому блискавкозахист є гарантією безпеки як майна, так і життя людей.

Загалом система захисту від блискавок та імпульсних перенапруг – це комплексна система, призначена для зниження ризику матеріальної шкоди при ударі блискавки в будівлю. Вона поділяється на зовнішню та внутрішню системи (рис. 1.6).

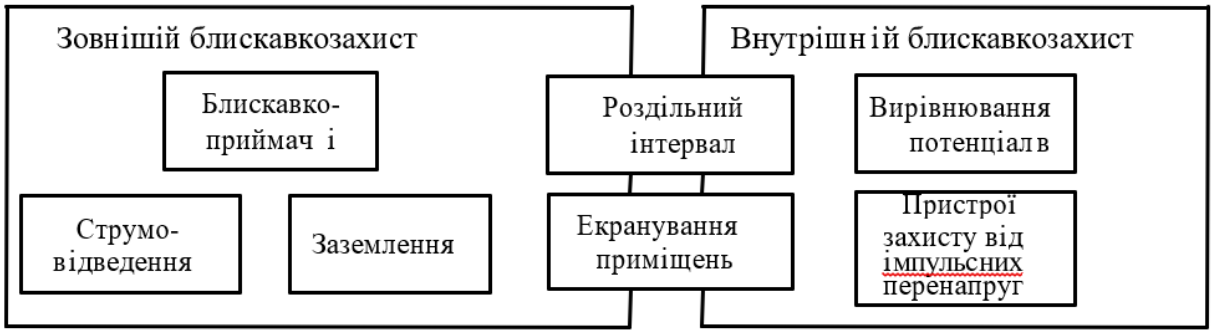



Рисунок 1.6 – Системи зовнішнього і внутрішнього блискавкозахисту

Зовнішня система блискавкозахисту (СБЗ) складається з блискавкоприймачів і струмовідводів, які мають надійно перехоплювати прямі удари блискавок силою струму до 200 кА в розряді, завдяки наявності захисного роздільного інтервалу безпечно відводити їх до землі, де система заземлення розсіює енергію розряду, причому заземлення має надійно виконувати свої функції протягом всього терміну експлуатації будівель і споруд. Роздільний інтервал S – це мінімальна відстань між двома провідними елементами, що захищає від іскріння під час проходження струму блискавки по одному з них.

Зовнішня система має надійно захищати самі будівлі, людей та обладнання, що в них знаходяться, від небезпеки ураження струмом блискавки та від небезпечного іскріння, яке може призвести до загорання та пожежі.

Внутрішня СБЗ складається з системи вирівнювання грозових потенціалів та пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗІП), а також екранування (за необхідності).

Зауважимо, що енергія блискавки розподіляється так: близько 50% струму блискавки відводиться в заземлення, а інша частина розтікається по лініях та мережах будівлі. Система вирівнювання потенціалів з під'єднаними до неї пристроями захисту від перенапруги забезпечує відведення цієї частини енергії блискавки. Згідно з ПУЕ [8], ПЗІП встановлюються в мережах живлення до 1000 В та в усіх мережах передачі даних.

Грозовий імпульс може тривати близько 1 мс і досягати напруги в десятки чи сотні кіловольт, а сила струму, що пропускається, до 100 кА. Жоден пристрій, окрім ПЗІП, не може відреагувати на такі короткі та потужні імпульси. Правильно побудовані системи внутрішнього захисту утворюють багаторівневий бар'єр, який надійно захищає від імпульсів перенапруги, гарантуючи контрольоване вирівнювання потенціалів та запобігаючи ризики удару високою напругою і електричного пробою.

Всі складові блискавкозахисту вибираються і розраховуються на стадії проектування мереж та споруд і мають відповідати діючим стандартам. На сьогодні в Україні діє два нормативних документи з розрахунку та проектування систем блискавкозахисту: ДСТУ EN 62305-2012, який складається з чотирьох частин [1–4] і був створений на базі європейського EN 62305-2011 . Ним потрібно користуватися насамперед. Також в Україні досі діє стандарт ДСТУ Б.В.2.5-38-2008 [5].

При проектуванні та створенні систем блискавкозахисту, окрім стандартів [1–4] та [5], також потрібно враховувати всі діючі виробничі стандарти, технічні регламенти та вказівки з безпеки.

Відповідно до [1], основним джерелом пошкоджень є удар блискавки. Залежно від місця точки ураження блискавкою враховують чотири ситуації пошкоджень (S1–S4) (табл. 1.2).

S1 – прямий удар блискавки в будинок. В цьому випадку вся система захисту будівлі відчуває вплив високого потенціалу блискавки, який поширюється системою заземлення будівлі, а також лініями електромереж та передачі даних до сусідніх будівель і їх систем заземлення. Все це можепризвести до ураження людей, пожеж або вибухів, пошкодження обладнання.

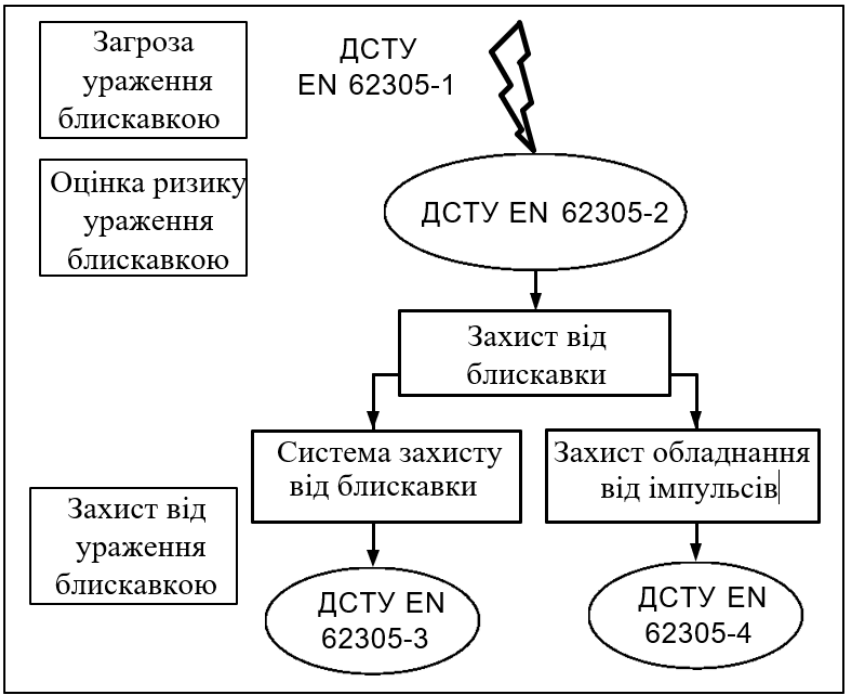



Рисунок 1.7 – Взаємозв'язок стандартів ДСТУ EN 62305-2012

S2 – удар блискавки поблизу будівлі або фідера лінії електроживлення, що входить в будівлю. В результаті близького удару блискавки створюються магнітні поля високої інтенсивності, які індукують високі піки напруги в провідних мережах. В радіусі до 2 км від точки удару блискавки індуктивні і гальванічні з'єднання призводять до виникнення імпульсних перенапруг, які можуть пошкодити електричне устаткування. До того ж, ці індуктивні перенапруги провокують спрацювання пристроїв захисту, внаслідок цього в мережі виникають додаткові комутаційні процеси.

Варто зазначити, що різноманітні телекомунікаційні системи передачі даних і супутнє обладнання зазвичай мають невисоку робочу напругу порівняно з силовими мережами. Тому їх імпульсна стійкість апріорі набагато

менша, і навіть невеликі за рівнем комутаційні або індуктивні перенапруги в лініях можуть пошкодити це обладнання.

S3 – прямий удар блискавки в лінію живлення. Прямий удар блискавки в низьковольтну повітряну лінію або лінію передачі даних може призвести до проникнення великих струмів блискавки в будинок, під'єднаний до цієї лінії, що також призводить до уражень та виходу з ладу всього електричного обладнання.

S4 – удар блискавки поруч з лінією живлення. У цьому випадку відбуваються процеси, аналогічні S2.

Ударами блискавок зумовлені три можливих причини пошкоджень (C1–C3). Самі пошкодження поділяють на чотири види втрат (D1–D4). Аналіз отримання можливих пошкоджень пропонується в табл. 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 – Класифікація можливих пошкоджень

| Джерело пошкодження залежно від місця удару | Місце удару блискавки | Причини пошкоджень | Види втрат |
|---|---|---|---|
| S1 | Будівельна споруда | C1<br>C2<br>C3 | D1, D4<br>D1, D2, D3, D4<br>D1, D2, D4 |
| S2 | Ґрунт поблизу будівельної споруди | C3 | D1, D2, D4 |
| S3 | Підведена лінія живлення | C1<br>C2<br>C3 | D1<br>D1, D2, D3, D4<br>D1, D2, D4 |
| S4 | Ґрунт поблизу підведеної лінії живлення | C3 | D1, D2, D4 |

Таблиця 1.3 – Причини пошкоджень та види втрат

| | |
|---|---|
| C1 | Електричний шок живих істот як наслідок контактних або крокових напруг |
| C2 | Пожежа, вибух, механічний та хімічний вплив в результаті фізичних наслідків розряду блискавки |
| C3 | Несправність електричних і електронних систем в результаті перенапруг |
| D1 | Травмування або загибель людей |
| D2 | Неможливість надання послуг населенню |
| D3 | Втрата незамінної культурної спадщини |
| D4 | Економічні втрати |

# 2 КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ МАТЕРІАЛІВ

## 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 го-ріти (тліти), розповсюджувати горіння. За ДСТУ 2272:2006 за групами го-рючості 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 обробляння;

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 продов-жують горіти або тліти, або обвуглюватися за наявності джерела запалю-вання, 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 згоряння 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 горінняі.

Методи визначення показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів

Для експериментального визначення належності будівельного матеріа-лу 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 випробувань на горючість". За цим стандартом матеріали поділяються на негорючі та горючі. До негорючих відносять матеріали, у яких:

– приріст температури у печі не перевищує 50 $^{o}$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 $^{o}$C та середній температурі її стінок 835 ºС15 впродовж 30 хв. Температурний режим зразка контролюється трьома термопарами. Для кожного випробування готують п’ять циліндричних зразків розмірами d = 45 мм, h = 50 мм.

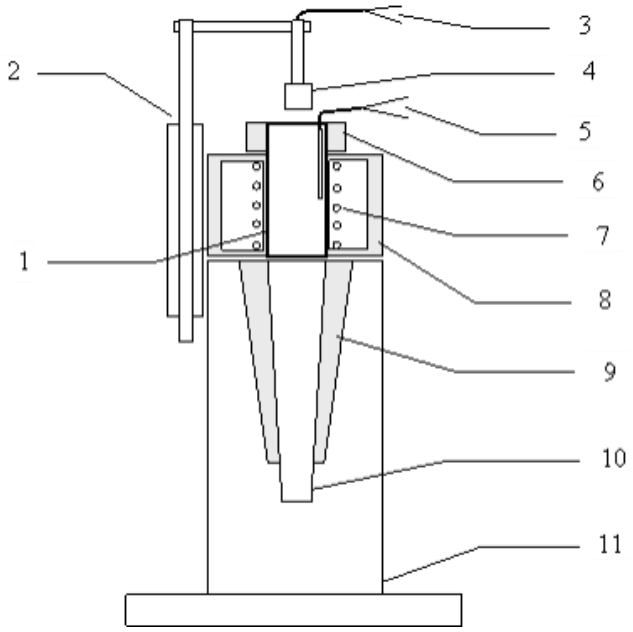



Рисунок 2.1 ─ Схема приладу для випробувань будівельних матеріалів на горючість за методом I: 1 – вогнетривка труба, 2 – штатив, 3 – термопара, 4 – тримач зразка, 5 – пі-чна термопара, 6 – термоізоляція, 7 – об-мотка електронагрівача, 8 – термоізоля-ційний кожух, 9 – термоізоляція, 10 – стабілізатор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

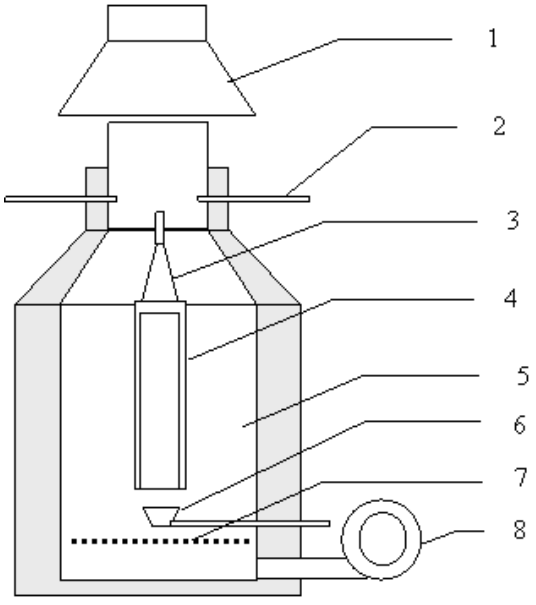



Рисунок 2.2 ─ Схема вертикальної шахтної печі для випробувань будівельних матеріалів на горючість за методом II: 1 – вентиляція, 2 – термопари, 3 – три-мач зразків, 4 – зразки, 5 – камера зго-ряння, 6 – газовий пальник, 7 – діафрагма, 8 – вентилятор подачі повітря.

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, лицювальних 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, лицювальних 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 підвище-ної горючості), згідно з табл. 2.1.

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 $S_L$, % | Ступінь пошкодження по масі $S_m$, % | Тривалість самостійного горіння $t_{сг}$, 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 займис-тість".

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.

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/м2;
- рухомий пальник з пристроєм для регулювання витрати газу. Випробування починають, регулюючи електроживлення радіаційної панелі до встановлення ПЩТП 30 кВт/м2 та довжину факела полум'я рухомо-го запальника 15 мм. Після цього встановлюють зразок в утримувач, усува-ють з нього екранувальну пластину та витримують, регулярно нахиляючи до його центра рухомий пальник впродовж 15 хв. або до займання. Якщо спала-хування виникло, зменшують ПЩТП та повторюють випробування з новим зразком. Задачею випробування є пошук критичної поверхневої щільності те-плового потоку (КПЩТП), при якому спалахування вже не буде виникати.

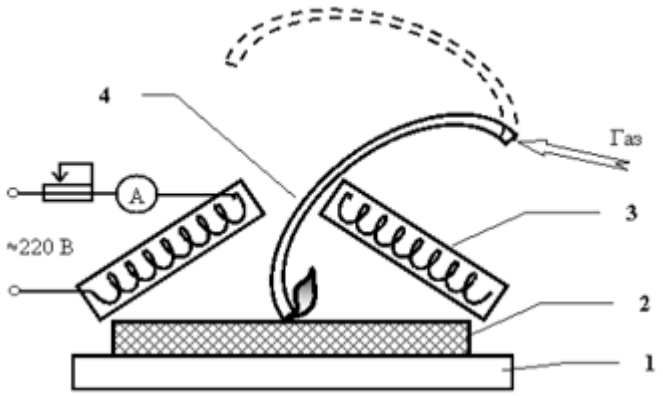



Рисунок 2.3 ─ Принципова схема приладу випробування матеріалів на займистість: 1 – утримувач зразка; 2 – зразок; 3 – радіаційна панель; 4– рухомий пальник.

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 дорі-внює або більша 35 кВт/м2;
- В2 – величина КПЩТП у межах від 20 до 35 кВт/м2;
- В3 – величина КПЩТП менша 20 кВт/м2.

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$^{o}$ 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/м2, і будують графік розподілу величин ПЩТП по довжині зраз-ка; також встановлюють швидкість потоку повітря у димоході 1.10-1.34 м/с.

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 кВт/м2;
- РП2 – КПЩТП у межах від 8.0 до 11.0 кВт/м$^2$;
- –РП3 – КПЩТП у межах від 5.0 до 8.0 кВт/м$^2$;
- –РП4 – КПЩТП менше 5.0 кВт/м$^2$.

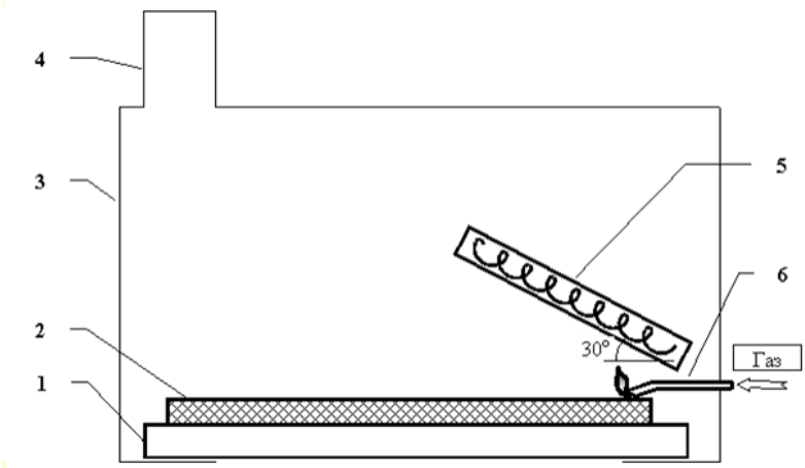



Рисунок 2.4 ─ Принципова схема приладу випробування матеріалів на розповсюдження полум'я:

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.

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.

Для будівельних металів існує три напрямки підвищення вогнестійкості:

1) легування;

2) застосування захисних покриттів;

3) екранування.

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

- величини необхідної межі вогнестійкості конструкції;
- типу конструкції, що захищається;
- виду навантаження;
- температурно-вологісних умов експлуатації і виробництва монтажних робіт;

- ступені агресивності навколишнього середовища по відношенню до 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, додатки 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 окалиностійкість. 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/см2 до температур 500-600 оС.

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.

## 2.3 Вогнезахист 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. Виня-ток становлять сталеві оболонки, мембранні покриття, у яких межа вогнес-тійкості без вогнезахисту може досягати 0,75-1 год. При проектуванні буді-вель і споруд межу вогнестійкості незахищених сталевих конструкцій з при-веденою товщиною металу у 1 см допускається приймати рівною 0,25 год. Значення ж необхідних меж вогнестійкості основних будівельних конструк-цій, зокрема металевих, складають від 0,25 до 2,5 год., залежно від ступеня вогнестійкості будівлі і типу конструкцій. Таким чином, більшість незахи-щених сталевих конструкцій відповідають лише вимогам межі вогнестійко-сті 0,25 год. Це дозволяє зробити висновок про те, що сфера застосування металевих конструкцій обмежена щодо вогнестійкості, оскільки не викону-ється умова безпеки – МВф ≥ МВвим..

Ця умова безпеки є основним критерієм обґрунтування необхідності вогнезахисту металевих конструкцій, тобто якщо МВф ≥ МВвим - вогнезахист не потрібен, а при МВф < МВвим - вогнезахист необхідний.

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

- 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. 6.1).

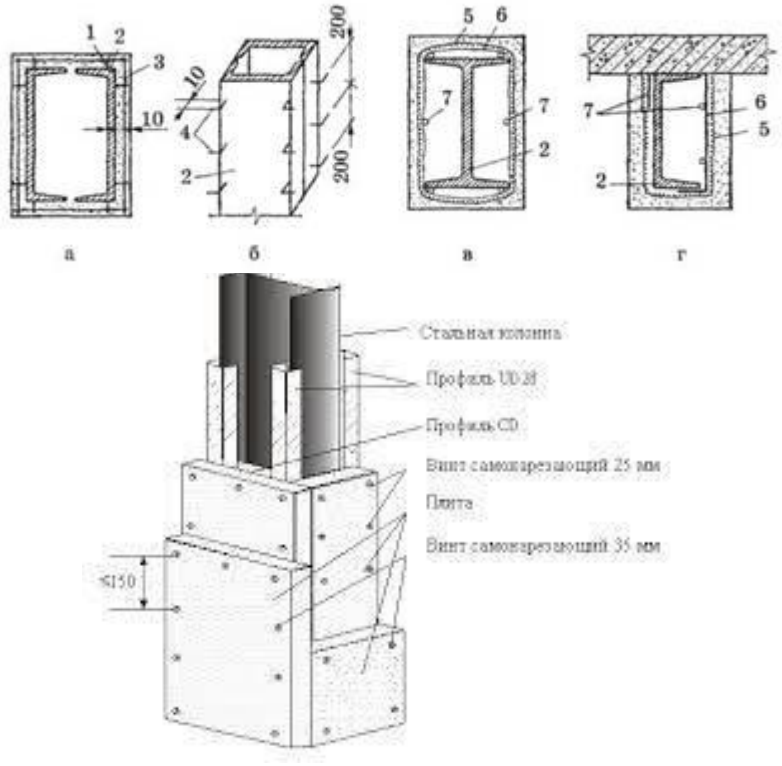



Рисунок 2.5 ─ Облицювання сталевих колон

Обетонування. Вогнезахист металевих конструкцій за допомо-гою бетону у вітчизняному будівництві застосовується порівняно часто. Застосування бетонного захисту найраціональніше у тому ви-падку, 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 ефектив-ним способом вогнезахисту мета-левих конструкцій.

Облицювання цеглою. Цег-ляне облицювання найчастіше за-стосовують для підвищення межі вогнестійкості колон і стійок. Кладку для вогнезахисного облицювання виконують з глиняної зви-чайної 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 заповню-ють розчином з подальшим обробленням їх ззовні «під розшивання». При улаштуванні облицювання цеглою враховують, що у сталі і цегли коефіцієн-ти 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 вогнестій-кості 2 години достатній шар цегли завтовшки 6,5 см.

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

Облицювання з теплоізоляційних плит.

Найбільш перспективні облицювання з теплоізоляційних плит на ос-нові перліту, вермікуліту і цементу, азбестоперлітоцементних і напівжорст-ких мінераловатних плит. Заводська товщина плит складає близько 5 см, що забезпечує межу вогнестійкості до 2 годин за умо-ви 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 нащілинників з холоднотягнутих профілів. Нащілинники 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 вико-нані переважно для багатоповерхових будівель і споруд із сталевим несучим каркасом, з міжповерховими перекриттями із збірних залізобетонних плит або моноліту. Ці конструкції значно легші за цегляне або бетонне облицю-вання, індустріальніші, ефективніші з погляду вогнестійкості. При застосу-ванні 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.

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.

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 облицю-вань між собою і конструкціями будівлі перекриваються сталевими нащілинниками, що прикріплюються самонарізуючими гвинтами з кроком 200 мм.

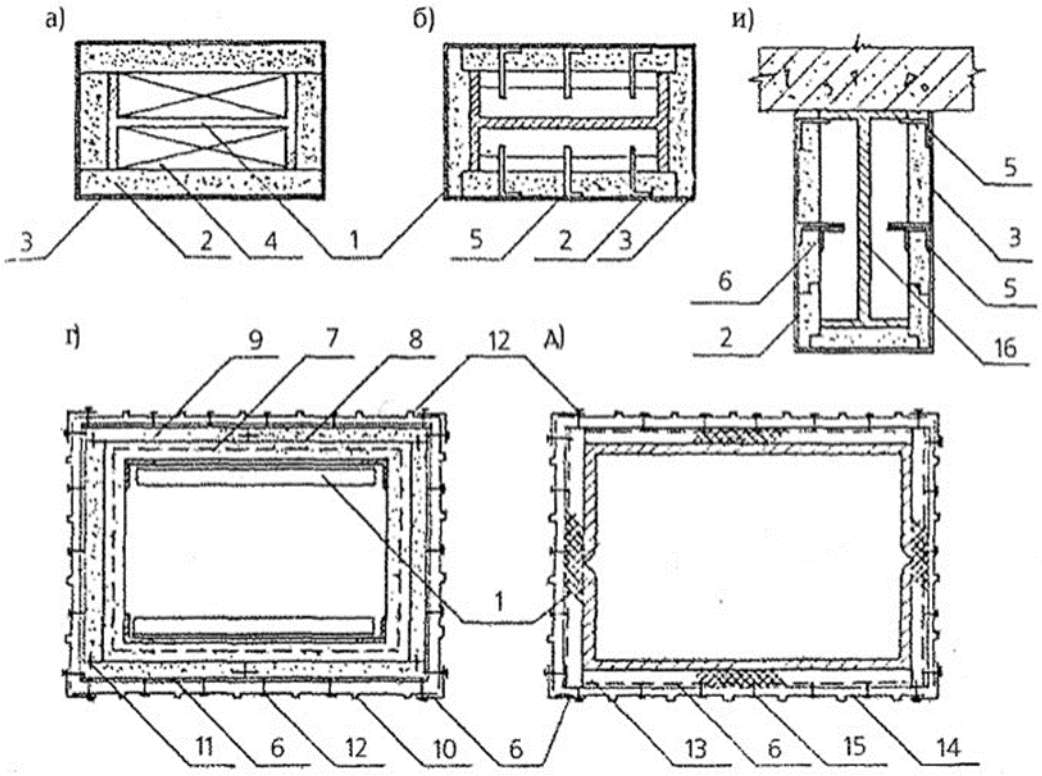



Рисунок 2.6 — Облицювання металевих конструкцій теплоізоляційними пли-тами:

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 - цеме-нтно-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 конструк-цій цвяхами дюбеля.

Особливу увагу звертають на місця примикання облицювання до сті-нок, перегородок і стель. Нащілинники кріплять до захищаю-чих конструкцій цвяхами дюбеля.

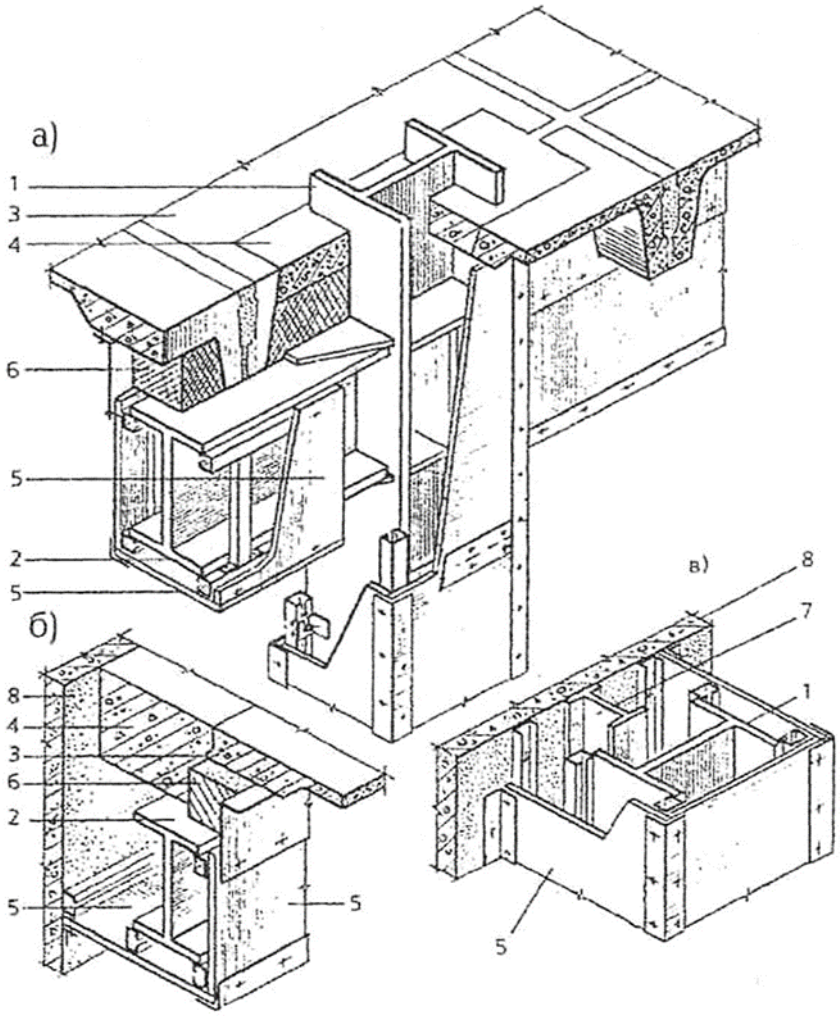



Рисунок 2.7 – Фрагменти сталевих конструкцій із вогнезахисним облицюванням з гіпсокартонних плит (ГКЛ):

а - захист вузла з'єднання рядової колони з ригелем; б - захист ригеля, розташова-ного 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 використан-тання цементно-піщаної штукатурки як вогнезахисного матеріалу.

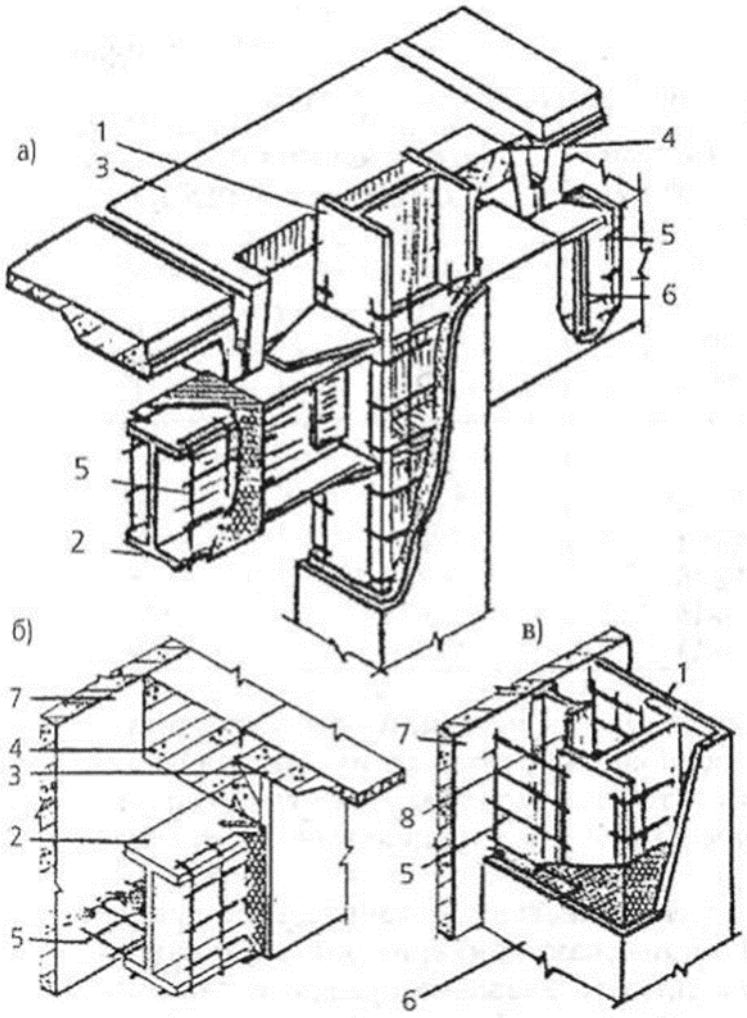



Рисунок 2.8 – Фрагменти сталевих конструкцій з вогнезахисним облицюванням зі штукатурок різного складу:

а - захист вузла з'єднання рядової колони з ригелем; б - захист ригеля, розташова-ного біля стіни будівлі; в - захист колони, розташованої біля стіни будівлі; 1- ко-лони; 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 сталевою сіткою; великі на-вантаження на фундаменти будівель за рахунок збільшення маси каркаса; необхідність застосування антикорозійних складів.

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/м3) 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 врахову-вати 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 ста-леву 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 прик-ріплена до конструкції. При використанні об'ємної сітки Рабіца вона накла-дається безпосередньо на поверхню конструкції, після чого кінці сталевих шпильок загинаються, що забезпечує закріплення сітки на поверхні конструкції.

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 спо-собом. Для нанесення складів, що мають достатньо високу міцність у перші хвилини після нанесення, а також складів на основі в’яжучих, що швидко схоплюються, застосовують метод напівсухого торкретування. При цьому нанесення штукатурки виконується за допомогою цемент-пушок з продук-тивністю 1-2 м3/год.

Разом з методом напівсухого торкретування застосовується метод на-бризкування. Для нанесення штукатурки цим методом у внутрішніх примі-щеннях використовується спеціальна установка продуктивністю до 1,2 м3/год і дальністю подачі до 30 м.

Легкі вогнезахисні штукатурки ефективніші в порівнянні з цементно-піщаними, оскільки, забезпечуючи однакову межу вогнестійкості конструк-ції, 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.

Вогнезахисні покриття. Одним з перспективних способів вогнезахи-сту металевих конструкцій є високоефективні покриття, які наносять на по-верхню конструкції порівняно тонким шаром. Ці покриття можуть бути та-кими, 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 фізи-ко-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’яжуче, муллітокремнеземне волокно, пластифікатор і шлам флотації фосфоритних руд.

Вогнезахисні покриття, що спучуються, є композиційними матеріала-ми, що включають полімерне в’яжуче і наповнювачі (антипірени, газоутво-рювачі, 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 віднос-ною 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.

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, це-мент, вапно і ін.; здійснювати роботи з вогнезахисту механізованими засо-бами; скоротити питому витрату матеріалів для вогнезахисту. В даний час використовуються також вогнезахисні покриття типу ОВПФ-л, «Екран-М».

Таблиця 2.4 ─ Види вогнезахисту і їх ефективність

| № п/п | Вид вогнезахисту | Середня щільність кг/м$^3$ | 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 кож-ного елемента цих конструкцій облицюваннями або покриттями, що спучу-ються, трудомісткий і недостатньо надійний, оскільки важко здійснюється у вузлових з'єднаннях елементів конструкцій.

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 показане на рис. 6.5. Конструкція стелі складається з металевого каркаса, облицюван-ня 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:

- гіпсобетонні плити завтовшки 14 мм;
- гіпсокартонні перфоровані плити, що обважнюють, і полегшені, завтовш-ки 30 мм із заповненням мінеральною ватою і наклейкою алюмінієвої фольги;
- декоративні гіпсові плити завтовшки 20 мм;
- мінераловатні плити;
- мінераловатні плити на синтетичному в'яжучому 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 крізна перфорація площею 2,7 % в плитах стелі знижує її вогнезахисну здатність у два рази.

Зарубіжна і вітчизняна практика передбачають як вогнезахист метале-вих конструкцій застосовувати водяне охолоджування цих конструкцій. Во-да для охолоджування може подаватися безпосередньо на поверхню конс-трукції 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 охолоджування несучих конструкцій система автоматичного пожежогасінні повинна мати спеціальні пристрої, що забезпечують безперебійну подачу достатньої кількості води на елементи, що захищаються.

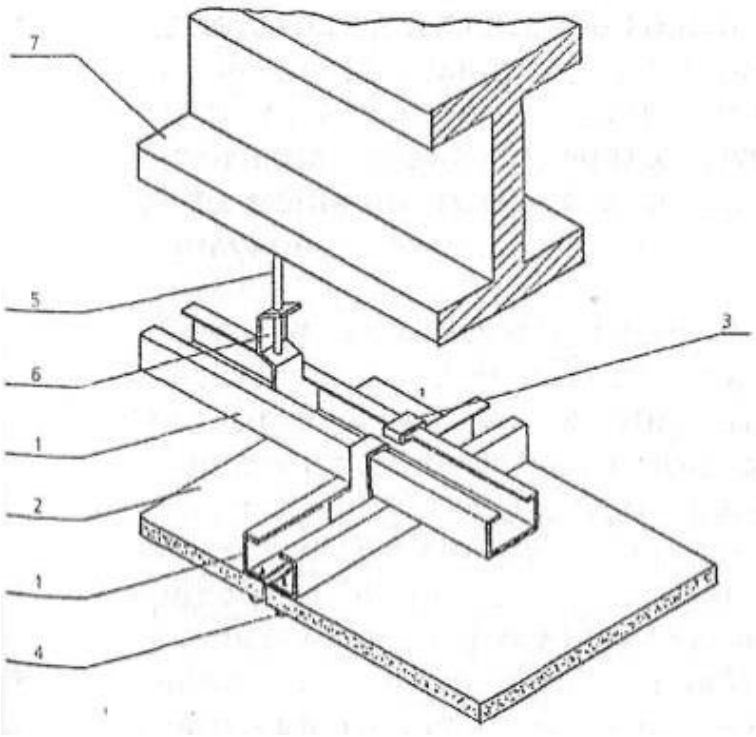



Рисунок 2.9 — Конструкція вогнезахисної підвісної стелі: 1 - швелер з листової сталі; 2 - гіпсокартонний лист; 3 - хомут; 4 - самонарізуючий гвинт; 5 - підвіска; 6 - пружина підвіски; 7 - сталева конструкція, що захищається

Конструкції, виконані з елементів порожнистого перетину, наприклад труб, можуть заповнюватися водою для їх охолоджування при пожежі. Такі конструкції називаються водонаповненими.

Водонаповнені конструкції зверху і знизу об'єднані в замкнуту мере-жу. Рівень води підтримується за допомогою розташованого вище резервуа-ра, 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 охолоджуванню конструкції, що знаходиться в осередку пожежі. Досягнення нагрітою водою температу-ри кипіння і її випаровування залежить головним чином від тривалості і ро-змірів пожежі, а також від кількості циркулюючої в системі води.

За рахунок випаровування відбувається пониження рівня води в резе-рвуарах, причому живлення системи може проводитися або з резервуара до-статньої місткості, або із зовнішнього джерела. Таким чином, вся система залишається повністю заповненою водою впродовж всієї поже-жі, а достатнє видалення тепла від нагрітих сталевих елементів, що досягли температури кипіння, забезпечується за рахунок охолоджування при випа-ровуванні. 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 вну-трішньої корозії можна уникнути за допомогою добавки інгібітора корозії.

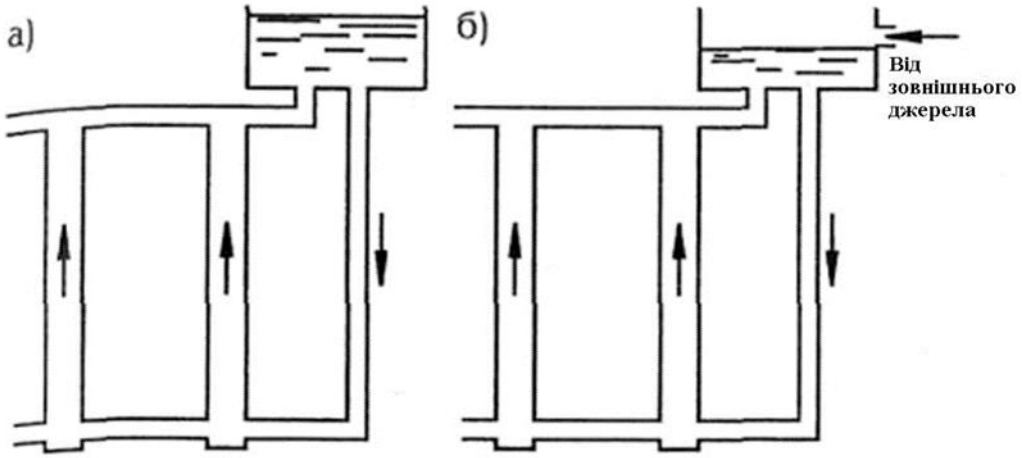



Рисунок 2.10 ─ Водонаповнені конструкції з живленням водою:
а - з резервуара великої місткості; б - із зовнішнього джерела.

У деяких випадках можна винести несучі металоконструкції 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.

# 3 ДОСЛІДЖЕННЯ 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 сеерпня 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) – СС3

### 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/см3;
- в'язкість – 9.000 – 13.000 мПас;
- водневий показник (pH) – 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 °С ± 2 °С) – не більше 36 годин;
- температура спучування - не більше 250 °С;
- коефіцієнт спучування - в ≥ 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 г / см3, при температурі + 20 ° С;
- водневий показник (pH) - 8,5-9,0;
- в'язкість - 9500-13500 МПа, при температурі + 20 ° С;
- 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 ° С;
- захисний лак випробуваний при інтегральної дозі випромінювання 1,8х104
- 1,0х106 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 (ґрунтом). Ґрунти наносяться після спеціальної підготовки поверхні металевих конструкцій (видаляється пил, забруднення, мастильні плями, поверхня знежирюється).

Якщо металеві конструкції раніше вже були оброблені антикорозійним пок- риттям, виконавець робіт отримує документи, які засвідчують марку антикорозій- ного 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 ре комендується ґрунтівний матеріал марки ГФ-021.

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

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

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

Готовий до використання матеріал уявляє собою однорідну масу білого кольору без комков. Достатність перемішування матеріалу можливо визначити за до-помогою 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 висиханні матеріалу повинна бути не ни- жча за + 5 0С, 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 захищаєму поверхню за допомогою пензлів, валиків, по- вітряних та безповітряних розпилювачів високого тиску. При використанні розпилю- вачів 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 пенз- лями, або за допомогою подовжувача до пістолету, з поворотною насадкою.

Товщина покриття SP-A2 визначається згідно діючого сертифіката або дію- чого 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 сер- тифіката або діючого протоколу за результатами випробувань) виконується після

висихання першого/другого не раніш чим через 8 годин (при температурі + 20 °С ± 2

°Ста 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 діючім сертифікаті або діючім 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 ґрунтовного шару;
- якість нанесення ґрунтовного шару;

- якість нанесення першого шару, контролюють так, щоб нанесений шар утворював напівпрозору плівку;

- якість нанесення та товщину нанесення другого/третього шару – до номі- нальної товщини. В сухому стані покриття повинно щільно прилягати до захищаємої поверхні. Здуття та тріщини не допускаються, не профарбованих місць не повинно бути;

- товщину вологого шару нанесеного SP-A2 треба контролювати вимірюва- льною «гребінкою». Товщина вологого шару, яка складатиме 0,56 мм, відповідає 0,35 мм сухого шару покриття;

- товщину вологого шару нанесеного SP-2 треба контролювати вимірюва- льною

«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°С до + 65°С.

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 Регламе нті.

Заміна вогнезахисного покриву в цілому, за виключенням форс-мажорних об- ставин, 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

слабке 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 прийомам 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 необхіних при виконанні робіт засобів захисту, інструментів, пристосувань;
- наявність і збереження на робочому місці заземлень, огороджень, 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 підмощування (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 огороджені 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.



1О175
ДСТУ EN ISO/IEC 17065

ЦСМВ
ССМ&G

# СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ/ CERTIFICATE ON CONFORMITY

**Зареєстровано в реєстрі органу сертифікації за №** UA.032.CC.0162-19
Зарегистрирован в реестре органа сертификации под №/
Registered at the Record of certification body under №

**Термін дії з**
Срок действия с/
Term of validity is from
14 травня 2019 р. до 08 серпня 2022 р.

**Сертифікат видано**
Сертификат выдан/
Certificate is issued on
«SVT BRANDSCHUTZ VERTIEBSGESSELSCHAFT 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$^2$ на 1 мм покриву 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 (и) УКТЗЕД/ДКПП (UKTZED/DKPP code (s))
(повна назва, тип, вид, марка, торгова марка ) / (complete product name, type, kind, model, merchandise mark (trademark))

**Відповідає вимогам**
Соответствует требованиям/
Comply with the requirements
*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
«SVT BRANDSCHUTZ VERTIEBSGESSELSCHAFT MBH INTERNATIONAL» (Німеччина)

**Місце виробництва**
Место производства/
Place of production
Glüsinger Straße 86, DE-21217 Seevetal, Germany

**Сертифікат видано органом сертифікації**
Сертификат 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 якості 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 якості 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
М.П./Stamp
**В.І. Приймаченко**
(підпис, ініціали, прізвище)
(signature, initials, family name)

Чинність сертифіката відповідності можна перевірити в базі даних органу сертифікації за тел. 044 221-94-10 Действие сертификата соответствия можно проверить в базе данных органа сертификации по тел. 044 221-94-10 Validity of the Certificate of conformity can be checked on the base of data of the certification body tel. 044 221-94-10

Рисунок 3.1 ─ Сертифікат відповідності до вогнезахисного матеріалу.

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

УКРАИНА
Общество с ограниченной ответственностью
«ИНЖЕНЕРНО-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 Vertiebsgessellschaft
mbH International
_____ Олександр Кім
«19» 12 2019 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ТОВ «ІПВК «Спецзахист»
_____ Д.О. Любченко
«02» 12 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. Совгиря
«02» 12 2019 р.

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

Запоріжжя
2019

Рисунок 3.2 ─ Регламент робіт з вогнезахисту

**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/ 29079

**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 Vertriebsgeselischaft 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 акриловим ефіром етиленгліколю – 0,5 мг/м³, 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 вказівками. При використанні застосовувати засоби індивідуального захисту згідно з галузевими

Рисунок 3.3 – Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертиці 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
Магаленька 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 Vertriebsgeselischaft 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/м³, 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 експертиці на захисний лак

### 3.4 Приклад розрахуноку 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 нанесені на 1 мм покриву у сухому стані

1,76 кг/ м2 (без урахування технологічних витрат – 30%)

Витрати захисного лаку SP-2 при нанесені на 1 м2 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 відносної 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/м2.

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

Розрахунок витрат SP-A2.

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

Розрахунок витрат SP-2.

При відносної вологості вище 85 % та при аварійних режимах, вказаних в таб- лиці 1, необхідно обов`язкове застосування захисного лаку SP-2 з витратою 150- 200 г/м2.

При необхідності враховуються технологічні витрати, згідно діючого сертифіката або діючого протоколу за результатами випробувань.

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

| № з/п | Сортамент | Марка елементу | Кількість, шт. | Площа окраски, м2 | Мінімальна товщина донанесення матеріалу, мм | Витрата матеріалу на 1 м2, кг | Кількість ВЗП SP-A2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| **ТО. В місцях проходів кабельних потоків** | | | | | | | |
| **В вісях 7-8 на відм. 11.400** | | | | | | | |
| 1 | I35К1 | К2б | 2 | 11,59 | 0,3 | 1,76 | 7,955376 |
| 2 | кв.160х6 | ВС4 | 1 | 0,51 | 0,3 | 1,76 | 0,350064 |
| 3 | кв.160х6 | ВС5 | 1 | 1,92 | 0,3 | 1,76 | 1,317888 |
| 4 | I50Б3 | Б8 | 3 | 11,9 | 0,3 | 1,76 | 8,16816 |
| 5 | I50Б3 | Б9 | 4 | 24,48 | 0,3 | 1,76 | 16,803072 |
| 6 | I45Б3 | Б11 | 10 | 29,49 | 0,3 | 1,76 | 20,241936 |
| **В вісях 9-10 на відм. 6.000 и 10.000** | | | | | | | |
| 1 | I35К1 | К2б | 1 | 13,77 | 0,3 | 1,76 | 9,451728 |
| 2 | кв.160х6 | ВС5 | 1 | 3,4 | 0,3 | 1,76 | 2,33376 |
| **В вісях 9-10 на відм. 6.000** | | | | | | | |
| 1 | I40Ш2 | Б1 | 3 | 35,46 | 0,3 | 1,76 | 24,339744 |
| 2 | I40Ш1 | Б12 | 10 | 44,89 | 0,3 | 1,76 | 30,812496 |
| 3 | I40Б3 | Б2 | 3 | 3,07 | 0,3 | 1,76 | 2,107248 |
| **Щ4,Щ6,Щ8,Щ10** | | | | | | | |
| 1 | I35Б2 | Б9 | 2 | 3,32 | 0,3 | 1,76 | 2,278848 |
| **В вісях 6-7 - А на відм. 4.000; в вісях 5-6 на відм. 11.400** | | | | | | | |
| 1 | I35К1 | К2 | 2 | 8,9 | 0,3 | 1,76 | 6,10896 |
| 2 | I35К1 | К2б | 3 | 13,35 | 0,3 | 1,76 | 9,16344 |
| 3 | кв.160х6 | ВС4 | 5 | 8,52 | 0,3 | 1,76 | 5,848128 |
| **Площадка в вісях 6-7 - А на відм. 4.000** | | | | | | | |
| 1 | I40К4 | Б7 | 2 | 8,64 | 0,3 | 1,76 | 5,930496 |
| **Площадка в вісях 5-6 на відм. 11.400** | | | | | | | |
| 1 | I50Б3 | Б8 | 4 | 22,11 | 0,3 | 1,76 | 15,176304 |
| 2 | I50Б3 | Б8а | 1 | 9,9 | 0,3 | 1,76 | 6,79536 |
| 3 | I50Б3 | Б9 | 5 | 17,82 | 0,3 | 1,76 | 12,231648 |
| 4 | I45Б3 | Б10 | 2 | 6,32 | 0,3 | 1,76 | 4,338048 |
| 5 | I45Б3 | Б11 | 14 | 65,82 | 0,3 | 1,76 | 45,178848 |
| **В вісях 2-3 Б на відм. 6.000** | | | | | | | |
| 1 | I35К1 | К2 | 4 | 13,25 | 0,3 | 1,76 | 9,0948 |
| 2 | кв.160х6 | ВС4 | 4 | 2,79 | 0,3 | 1,76 | 1,915056 |
| 3 | кв.160х6 | ВС5 | 2 | 1,02 | 0,3 | 1,76 | 0,700128 |
| **Площадка в вісях 2-3 Б на відм. 6.000** | | | | | | | |
| 1 | I40Ш2 | Б2 | 8 | 45,71 | 0,3 | 1,76 | 31,375344 |
| **Площадка біля вісі Б на відм. 3.200** | | | | | | | |

Продовження таблиці 3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | І60Ш1 | Б1 | 4 | 3,58 | 0,3 | 1,76 | 2,457312 |
| 2 | І60Б2 | Б2 | 1 | 0,78 | 0,3 | 1,76 | 0,535392 |
| 3 | І45Б3 | Б3 | 2 | 2 | 0,3 | 1,76 | 1,3728 |
| **Площадка біля вісі Б на відм. 4.000** | | | | | | | |
| 1 | І30К4 | Б2 | 5 | 33,84 | 0,3 | 1,76 | 23,227776 |
| **Площадка на відм. 23.100 і 24.000** | | | | | | | |
| 1 | І60Б3 | Б3а | 1 | 1,69 | 0,3 | 1,76 | 1,160016 |
| 2 | І55Б2 | Б4а | 1 | 11,7 | 0,3 | 1,76 | 8,03088 |
| 3 | І55Б1 | Б5 | 1 | 1,55 | 0,3 | 1,76 | 1,06392 |
| 4 | І55Б1 | Б5а | 3 | 14,09 | 0,3 | 1,76 | 9,671376 |
| 5 | І45Б3 | Б6 | 2 | 2,58 | 0,3 | 1,76 | 1,770912 |
| 6 | І45Б3 | Б6а | 1 | 1,13 | 0,3 | 1,76 | 0,775632 |
| 7 | І45Б3 | Б14 | 1 | 1,45 | 0,3 | 1,76 | 0,99528 |
| **Площадка на відм. 19.800** | | | | | | | |
| 1 | І55Б2 | Б4 | 1 | 17,55 | 0,3 | 1,76 | 12,04632 |
| 2 | І45Б3 | Б6 | 4 | 34,51 | 0,3 | | |
| **Площадка на відм. 4.000** | | | | | | | |
| 1 | І30К4 | Б7 | 2 | 8,64 | 0,3 | 1,76 | 5,930496 |
| **Колони, зв'язки в вісях А-Б** | | | | | | | |
| 1 | кв.160х6 | ВС2 | 2 | 2,82 | 0,3 | 1,76 | 1,935648 |
| 2 | кв.160х6 | ВС6 | 1 | 0,96 | 0,3 | 1,76 | 0,658944 |
| **Балки в вісях А-Б** | | | | | | | |
| 1 | І60Б3 | Б3а | 2 | 4,64 | 0,3 | 1,76 | 3,184896 |
| 2 | І45Б3 | Б6 | 1 | 1,13 | 0,3 | 1,76 | 0,775632 |
| 3 | І50Б3 | Б8 | 1 | 2,7 | 0,3 | 1,76 | 1,85328 |
| **Колони та балки в вісі А** | | | | | | | |
| 1 | Збірна конструкція | К1 | 9 | 487,43 | 0,3 | 1,76 | 334,571952 |
| 2 | Збірна конструкція | К2 | 1 | 86,91 | 0,3 | 1,76 | 59,655024 |
| **Елементи на відм. 8.000, 10.000, 11.400 в віссі А** | | | | | | | |
| 1 | кв.160х6 | ВС4 | 3 | 5,25 | 0,3 | 1,76 | 3,6036 |
| **Площадка на відм. 10.000 в віссі А** | | | | | | | |
| 1 | І60Б2 | Б3 | 4 | 24,36 | 0,3 | 1,76 | 16,720704 |
| **Площадка на відм. 11.400 в віссі А** | | | | | | | |
| 1 | І50Б3 | Б8 | 7 | 41,94 | 0,3 | 1,76 | 28,787616 |
| 2 | І50Б3 | Б9 | 6 | 69,84 | 0,3 | 1,76 | 47,938176 |
| 3 | І45Б3 | Б11 | 3 | 17,66 | 0,3 | 1,76 | 12,121824 |
| **Елементи в віссі Б** | | | | | | | |
| 1 | кв. 180х6 | ВС6 | 2 | 12,39 | 0,3 | 1,76 | 8,504496 |
| **Елементи на відм. 11.400 в віссі Б** | | | | | | | |
| 1 | І50Б3 | Б8 | 10 | 26,1 | 0,3 | 1,76 | 17,91504 |
| 2 | І50Б3 | Б9 | 2 | 13,41 | 0,3 | 1,76 | 9,204624 |
| 3 | І45Б3 | Б11 | 4 | 38,64 | 0,3 | 1,76 | 26,522496 |

Продовження таблиці 3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ТО. В місцях маслонаповненого обладнання** | | | | | | | |
| **Схема елементів на відм. 0.000** | | | | | | | |
| 1 | І35К1 | К2 | 2 | 9,11 | 0,3 | 1,76 | 6,253104 |
| 2 | І35К1 | К2б | 1 | 3,1 | 0,3 | 1,76 | 2,12784 |
| 3 | кв.160х6 | ВС5 | 1 | 2,7 | 0,3 | 1,76 | 1,85328 |
| 4 | І26Ш2 | П32 | 1 | 9,3 | 0,3 | 1,76 | 6,38352 |
| 5 | І30Ш2 | Ф1 | 1 | 42,9 | 0,3 | 1,76 | 29,44656 |
| 6 | І30Ш3 | Ф1 | 1 | 4,14 | 0,3 | 1,76 | 2,841696 |
| **Схема елементів на відм. 0.000 та 8.000 біля вісі 3** | | | | | | | |
| 1 | І30К1 | К1 | 2 | 32,04 | 0,3 | 1,76 | 21,992256 |
| 2 | кв.160х6 | ВС4 | 2 | 3,45 | 0,3 | 1,76 | 2,36808 |
| 3 | І35Ш2 | Щ3 | 1 | 13,49 | 0,3 | 1,76 | 9,259536 |
| 4 | І35Ш2 | Щ4 | 2 | 10,66 | 0,3 | 1,76 | 7,317024 |
| 5 | І40Ш2 | Щ5 | 1 | 20,04 | 0,3 | 1,76 | 13,755456 |
| 6 | І35Ш2 | Щ7 | 1 | 13,49 | 0,3 | 1,76 | 9,259536 |
| **Схема елементів на відм. 10.000 біля вісі 10-А** | | | | | | | |
| 1 | І60Б2 | Б3 | 2 | 14,96 | 0,3 | 1,76 | 10,268544 |
| 2 | І40Б3 | Б5 | 1 | 6,84 | 0,3 | 1,76 | 4,694976 |
| 3 | І30Б1 | Щ16 | 1 | 1,01 | 0,3 | 1,76 | 0,693264 |
| 4 | І45Б2 | Щ21 | 1 | 4,29 | 0,3 | 1,76 | 2,944656 |
| 5 | І55Б1 | Б4 | 1 | 20,48 | 0,3 | 1,76 | 14,057472 |
| **Схема елементів на відм. 10.000, 10.800, 12.000, 15.000 в вісях 8-10** | | | | | | | |
| 1 | І35К1 | К2 | 1 | 7,14 | 0,3 | 1,76 | 4,900896 |
| 2 | І35К1 | К2б | 1 | 14,91 | 0,3 | 1,76 | 10,234224 |
| **Площадка на відм. 10.000 в вісях 8-10** | | | | | | | |
| 1 | І60Б2 | Б3 | 1 | 3,46 | 0,3 | 1,76 | 2,374944 |
| 2 | І40Б3 | Б5 | 2 | 8,39 | 0,3 | 1,76 | 5,758896 |
| **Площадка на відм. 12.000 в вісях 8-10** | | | | | | | |
| 1 | І40Б3 | Б5 | 6 | 34,83 | 0,3 | 1,76 | 23,907312 |
| **Площадка на відм. 15.000 в вісях 8-10** | | | | | | | |
| 1 | І55Б1 | Б11, Б12 | 6 | 36,57 | 0,3 | 1,76 | 25,101648 |
| 2 | І55Б3 | Б9 | 1 | 5,22 | 0,3 | 1,76 | 3,583008 |
| 3 | [40 | Щ28-Щ30 | 3 | 33,9 | 0,3 | 1,76 | 23,26896 |
| **Площадка на відм 6.000 (вісі 9-10)** | | | | | | | |
| 1 | І40Ш2 | Б4 | 3 | 12,96 | 0,3 | 1,76 | 8,895744 |
| **Елементи по вісі А (8-10) на відм. 14.890 та 21.000** | | | | | | | |
| 1 | І60Б3 | Б1 | | 67,32 | 0,3 | 1,76 | 46,208448 |
| 2 | 2 ∟140х10 | КР1 | 4 | 6,83 | 0,3 | 1,76 | 4,688112 |
| 3 | І45Б2 | Площадка | 1 | 68,64 | 0,3 | 1,76 | 47,114496 |
| **РАЗОМ** | | | | **512,17** | | | **351,555488** |
| **ВСЬОГО** | | | | **1891,39** | | | **1274,56243** |

Таблиця 3.2 - Відомість об’ємів робіт

| Найменування робіт | Одиниця виміру | Кількість |
|---|---|---|
| 1. Очищення поверхні від бруду | $м^2$ | 1891,39 |
| 2. Знепилювання поверхні | $м^2$ | 1891,39 |
| 3. Знежирення поверхні | $м^2$ | 1891,39 |
| 4. Покриття металоконструкцій ВЗМ «PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2» | $м^2$ | 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 становлять ключові складові будь-якої будівлі або споруди, нарівні з каменем і бетоном. Тому заходи щодо їх вогнезахисту є критично важливими для забезпечення безпеки під час пожеж. Таврові і двотаврові балки, сталеві колони та інші елементи конструкцій, які не мають вогнезахисту, можуть непередбачувано змінити своє становище під впливом високих температур під час пожежі. Хоча метал має високу міцність і надійність при звичайних умовах, при високих температурах він стає пластичним і може втратити свою стійкість, що може призвести до серйозних пошкоджень конструкцій.

Захист об’єктів критичної інфраструктури є невід’ємною частиною забезпечення безпеки країни. Цей захист базується на ряді критеріїв, що визначають їх соціальне, політичне, економічне та екологічне значення для забезпечення безпеки громадян і правопорядку, а також на їхній важливій ролі в життєво важливих функціях та послугах. Ці критерії також враховують загрози, які можуть виникнути через несанкціоноване втручання, людський фактор або природні катастрофи, і визначаються тривалі роботи з відновлення нормального функціонування після подій такого типу.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 URL: 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/CO2 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, Raffaela 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 tamošaiti, 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 DesignVolume 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 MaterialsVolume 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 огороджувальних 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 сталевого 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. 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. 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. 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.