

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження вогнестійкості основних дерев'яних конструкцій
громадських будівель

Виконав: студент 6 курсу, групи МБмн-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Хомовський О. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Баран Д. Я.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Данильченко С. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Качка О. І.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри будівельної
механіки
Ковальчук Я.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 «Будівництво і цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Хомовському Олександрю Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження вогнестійкості основних дерев'яних конструкцій
громадських будівель

Керівник роботи Баран Денис Ярославович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» серпня 2019 року № 4/7-739

2. Термін подання студентом завершеної роботи «18» травня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи дерев'яні конструкції які широко використовуються в будівництві,
захисні антипожежні покриття

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- 1) Огляд загальних відомостей по вогнезахисту дерев'яних конструкцій
- 2) Методика проведення лабораторного експериментального дослідження
- 3) Результати експериментального дослідження та їх аналіз
- 4) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
- 5) Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Пояснювальна записка 60-80 аркушів формату А4, мультимедійна презентація 15-25 слайдів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПО ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ	6
1.1 Дослідження в галузі пожежної небезпеки дерев'яних будівельних конструкцій	6
1.2 Дослідження питань вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій....	8
1.3 Сутність і механізм вогнезахисної дії спучувальних покриттів для дерев'яних будівельних конструкцій	12
1.4 Методи контролю ефективності спучувальних вогнезахисних покриттів для дерев'яних будівельних конструкцій.....	12
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	17
2.1 Вибір і обґрунтування параметрів експериментальної установки	18
2.1.1 Вибір джерела нагріву	18
2.1.2 Вибір варіанту розташування джерела нагріву в просторі	21
2.1.3 Вибір відстані між поверхнею зразка і поверхнею сопла джерела нагріву	25
2.2 Дослідження температур всередині потоку гріючого середовища	29
2.2.1 Визначення максимальних температур в центрі потоку гріючого середовища	29
2.2.2 Визначення максимальних температур гріючого середовища на поверхні зразка	31
2.3 Методика експериментального дослідження ефективності вогнезахисних покриттів.....	36
2.3.1 Сутність методики.....	36
2.3.2 Лабораторне обладнання	37
2.3.3 Вимоги до випробуваним зразкам.....	37
2.3.4 Підготовка і проведення випробувань	38
2.3.5 Обробка результатів випробувань.....	40
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ	41
3.1 Дослідження вогнезахисного покриття «Зотекс».....	41

3.2 Вдосконалення польової методики визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття, нанесеного на дерев'яну будівельну конструкцію.....	44
3.3 Польова методика визначення вогнезахисної ефективності спучувальних покриттів, нанесених на дерев'яну будівельну конструкцію.....	45
3.3.1 Суть методики	45
3.3.2 Підготовка і проведення випробувань	46
3.4 Методика визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття, нанесеного на будівельну конструкцію після закінчення певного терміну експлуатації	49
3.4.1 Сутність методики.....	49
3.4.2 Випробувальне обладнання	49
3.4.3 Вимоги до випробуваним конструкціям	50
3.4.4 Підготовка і проведення випробувань	50
3.4.5 Обробка результатів випробувань.....	51
3.5 Результати випробувань та їх аналіз	51
3.6 Результати апробації польової методики визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття нанесеного на дерев'яну будівельну конструкцію.....	55
3.7 Економічний розрахунок заходів з вогнезахисту дерев'яних конструкцій	57
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	60
4.1 Охорона праці.....	60
4.1.1 Основні законодавчі акти України з охорони праці.....	60
4.1.2 Охорона праці і техніка безпеки при будівництві в стиснених умовах ...	61
4.2 Цивільний захист.....	63
4.2.1 Законодавство України про цивільну оборону.....	63
4.2.2 Вимоги до евакуації відвідувачів при пожежах	64
ВИСНОВОК	66
БІБЛІОГРАФІЯ	67

ВСТУП

В даний час на світовому ринку товарів і послуг існує безліч підприємств - виробників вогнезахисних засобів для деревини та матеріалів на її основі, а також організацій, що пропонують проведення вогнезахисної обробки різних дерев'яних конструкцій будівель та споруд. У будівництві широко використовується велика гамма вогнезахисних покриттів для деревини та дерев'яних будівельних конструкцій [1,26].

Згідно з чинним законодавством, територіальні органи управління державної протипожежної служби повинні проводити роботу по контролю за дотриманням вимог нормативних документів на вогнезахисні покриття з різних напрямків, зокрема, щодо контролю стану вогнезахисних покриттів, нанесених на конструкції, після закінчення різних термінів їх експлуатації.

З метою визначення якості виготовлених і застосовуваних вогнезахисних покриттів, проводять контрольні випробування відібраних проб вогнезахисних покриттів на відповідність вимогам нормативних документів. Випробування проводять в акредитованих в установленому порядку випробувальних лабораторіях (центрах) або випробувальних пожежних лабораторіях за різними методами [19,8,20]. Одним з методів випробувань є визначення групи вогнезахисної ефективності за середньою арифметичною величиною втрати маси випробуваних зразків.

Для визначення якості проведеного вогнезахисного оброблення дерев'яних конструкцій, захищених вогнезахисними покриттями, проводять візуальний огляд вогнезахисних покриттів, а також заміряють товщину нанесеного шару. Відомо, що з плином терміну експлуатації вогнезахисні покриття частково втрачають свою вогнезахисну ефективність [2,5]. За допомогою візуального огляду і замірів товщини шару не представляється можливим зробити висновок про вогнезахисної ефективності даного покриття, особливо після закінчення різних термінів експлуатації, а визначення групи

вогнезахисної ефективності покриття, нанесеного на будівельну конструкцію за затвердженою методикою [13, 10], практично неможливо.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що при аналізі стану питання виявлено відсутність методики визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних покриттів що спучуються, нанесених на дерев'яні конструкції після закінчення термінів їх експлуатації [22].

Метою роботи є підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій на період нормативної експлуатації вогнезахисного покриття та по його завершенню.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз результатів досліджень та механізму вогнезахисної дії спучувальних покриттів, методів визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних покриттів;
- виявити методику дослідження поведінки вогнезахисних спучувальних покриттів, нанесених на дерев'яні конструкції, при нагріванні в лабораторних умовах;
- дослідити нагрів деревини під нанесеним вогнезахисним спучувальним покриттям за наведеною методикою при нормативному терміні експлуатації такого покриття та по його завершенні.

Галуззю застосування результатів роботи є проектування, виготовлення, експлуатація дерев'яних конструкцій.

Об'єктом дослідження є вогнезахисні властивості спучувальних вогнезахисних покриттів дерев'яних конструкцій.

Предметом дослідження є визначення вогнезахисних властивостей спучувального вогнезахисного покриття типу «Зотекс» за нормативного періоду експлуатації та по його завершенні.

Методом дослідження є аналіз літератури та натурний експеримент.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

- визначено механізм вогнезахисту дерев'яних конструкцій для спучувального вогнезахисного покриття типу «Зотекс»;

– отримала подальший розвиток визначення вогнезахисних властивостей спучувального вогнезахисного покриття за нормативного періоду експлуатації та по його завершенні.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій та їх елементів.

Апробація результатів магістерської роботи виконана на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 27 листопада 2019 р.).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: вогнезахист, дерев'яні конструкції, спучувальне покриття.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПО ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Протягом багатьох століть деревина була чи не єдиним будівельним матеріалом. Дерев'яні конструкції і зараз широко використовують в будівництві завдяки їх високим експлуатаційним, економічним і естетичними показниками. Істотним недоліком деревини, що обмежує її застосування в будівництві, є низька вогнетривкість.

Одним з варіантів розширення можливості використання деревини в будівництві є її вогнезахист, спрямований на зниження пожежної небезпеки дерев'яних конструкцій, підвищення їх меж вогнестійкості, розширення можливості застосування прогресивних проектних рішень.

1.1 Дослідження в галузі пожежної небезпеки дерев'яних будівельних конструкцій

У будівництві використовуються наступні види виробів з деревини: круглі лісоматеріали, пиломатеріали, матеріали для підлог (дошки, паркет), погонні деталі (плінтуси, лиштва, поручні), штукатурна дранка, матеріали для покрівлі, шпали і мостові бруси, фанера, будівельні деталі і елементи збірних конструкцій (балки, дощаті щити, столярні деталі), клеєні конструкції, композитні матеріали (фанера, деревостружкові плити, дерево-волокнисті плити) [20, 6].

Великий розмах будівництва вимагає переходу до індустріальних методів виготовлення дерев'яних конструкцій. Розвиток хімічної промисловості сприяв розробці синтетичних водонерозчинних клеїв, що дозволяють виготовляти індустріальні клеєні дерев'яні конструкції (ДКК). Можливість індустріального виготовлення ДКК дозволило варіювати якість дошок (по сортам) при формуванні клейового пакету, знизити вплив вад при виготовленні клеєних конструкцій на міцність і декоративність деревини, створювати конструкції різних розмірів, перетину і довжини. Основою індустріалізації і розвитку дерев'яних будівельних матеріалів є клеєні та дерев'яні конструкції. У цих

конструкціях усунені практично всі недоліки деревини як будівельного матеріалу. Клеєні дерев'яні конструкції дозволяють економічно перекривати великі прольоти, вони в 5 разів легші аналогічних залізобетонних прольотів і на 30% дешевші традиційних конструкцій із залізобетону і сталі. Найбільший обсяг цих конструкцій використовується в житлово-цивільному, промисловому будівництві, на підприємствах з агресивним середовищем і в сільськогосподарському будівництві. У цивільному будівництві їх застосовують в покриттях зальних приміщень будівель, спортивних і актових залів, торгових приміщеннях та інших з прольотом до 60 метрів і більше. У промисловому будівництві несучі дерев'яні конструкції призначені для застосування в одноповерхових, однопрогонових будівлях (прольотом 9-24 метра), в сільськогосподарському будівництві - для споруд сільськогосподарських будівель і споруд, складів мінеральних добрив прольотом 24-25 метрів [11, 9].

Деревина за своїм складом є доволі горючим матеріалом. Вона містить в своєму складі близько 49% вуглецю, 6,1% водню, 6,02% азоту і до 1% мінеральних речовин (золи) і кисень [14,49]. Пожежна небезпека деревини полягає в тому, що її займання можливо від теплового джерела невеликої потужності, а будучи запаленою, вона виділяє при горінні значну кількість тепла. Щоб деревина загорілася, необхідно нагріти її поверхню до такої температури, при якій швидкість виділення летючих речовин з її обсягу до поверхні буде достатня для підтримки горіння. Займання деревини може відбутися як від відкритого джерела вогню (полум'я або іскри), так і від нагрітих предметів або гарячих газів. Небезпека теплових джерел невеликої потужності полягає в можливості ініціації пожежонебезпечного процесу тління деревини при виникненні необхідних для цього умов (малої поверхні і малої інтенсивності тепловідведення від вогнища тління). Прикладом може служити потрапляння іскри або сигарети в щілину між дошками, всередину об'єму конструкції або в порожнини, яка може привести до пожежі.

Температура займання продуктів розкладання деревини знаходиться в межах 240-270 °С, температура самозаймання - в межах 350-450 °С [1, 22]. Тривала дія джерела нагрівання і наявність умов для акумуляції тепла різко

знижують температуру самозаймання деревини. При 100-110 °С деревина висихає і, завдяки наявності води, в деревині протікає в основному гідроліз полісахаридів. Починають виділятися летючі речовини, що мають різкий запах [3, 6]. При 110-150 °С процес розкладання прискорюється, спостерігається пожовтіння деревини і більш сильне виділення летючих складових частин. При 150-250 °С з'являється коричневе забарвлення деревини в зв'язку з її обвугленням. При температурі від 217-285 до 350 °С виділяється велика кількість СО, рідкого дистилляту, що містить оцтову кислоту, її гомологи і метанол. При температурі понад 280 °С кількість С02 і СО знижується, утворюються водень і вуглеводні. При температурі 350-500 °С розкладання лігніну і екстрактивних речовин супроводжується утворенням незначної кількості рідких продуктів, головним чином важкої смоли, С02, СО і вуглеводнів. Концентрація вуглеводнів досягає максимуму при 380-500 °С. Неконденсовані при 400-500 °С гази складаються в основному з наступних речовин (%): С02 (43-46), СО (29-33), Н (1,9-2,3), ненасичених (2,2-3 , 7) і граничних (17-22) вуглеводнів [9, 6].

Таким чином, процес термічного розкладання деревини протікає в дві стадії: перша стадія (при нагріванні до 280 °С) - розкладання йде з поглинанням тепла; друга стадія, в свою чергу, підрозділяється на два періоди: згоряння газів, що утворюються при термічному розкладанні деревини (полум'яне горіння), і згоряння утворився деревного вугілля (тління). Просвіт вугільного залишку при карбонізації та горінні деревини може грати позитивну роль в плані опору подальшого прогріву (вугільний залишок має більш меншу теплопровідність, ніж сама деревина) і виходу горючі летючих продуктів з обсягу деревини до зони горіння [25, 41].

1.2 Дослідження питань вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій

Вогнезахист є складовою частиною загальної системи заходів щодо забезпечення пожежної безпеки і вогнестійкості будівель і інженерних споруд. Він спрямований на зниження пожежної небезпеки конструкцій, забезпечення

необхідних меж їх вогнестійкості. До числа основних завдань вогнезахисту будівельних конструкцій входять: запобігання загоряння, припинення розвитку початкової стадії пожежі, створення «пасивної» локалізації пожежі, ослаблення небезпечних факторів пожежі [10, 12].

Способи вогнезахисту конструкцій різноманітні і включають конструктивні методи, методи створення на поверхні елементів різного роду теплозахисних екранів, фізико-хімічні та технологічні прийоми, спрямовані на зниження пожежної небезпеки матеріалів. Виходячи зі специфічних особливостей опірності конструкцій теплових впливів під час пожежі, особливостей роботи конструкцій, їх функціонального призначення, способи вогнезахисту можуть зазнавати різних змін і проявлятися в різноманітних формах.

При проектуванні будівельних конструкцій їх вогнестійкість і пожежну безпеку забезпечують застосуванням вогнезахисних матеріалів і складів, встановленням додаткових вимог до конструктивних рішень, а також використанням матеріалів зниженої горючості.

Практично зниження горючості деревини і деревних матеріалів досягається наступними методами [24, 27]:

- нанесення на поверхню матеріалів вогнезахисного покриття, що забезпечує просвіт коксового шару і запобігання їх тління і горіння;
- просочування деревини і матеріалів на її основі, що сприяє протіканню дегідратації деревини з мінімальним виділенням горючих газів і максимальним виходом вугілля;
- введення мінеральних наповнювачів в композиційні матеріали на основі деревини.

Схема горіння як циклічного процесу (Рис 1.1) дозволяє простежити дію окремих факторів [17, 109].



Рисунок 1.1 - Схема процесу горіння деревини і заходи, спрямовані на його придушення 1 - покриття що мають здатність спучуватися; 2 - вогнезахисні обмазки, фольга; 3 - мінеральні наповнювачі; 4 - антипірени; 5 - інгібітори полум'яного горіння; 6 - обвуглювання

Для запобігання нагрівання матеріалу на нього наносять покриття що мають здатність спучуватися; за допомогою фольги та інших покриттів перепиняють доступ повітря і ускладнюють вихід летючих продуктів, вводячи мінеральні наповнювачі, знижують частку пального субстрату в композиційному матеріалі. Ефективні антипірени змінюють механізм піролізу, зменшуючи вихід горючих продуктів, або інгібують полум'яне горіння, в результаті чого кількість теплоти при екзотермічних процесах окислення в газовій фазі зменшується. Обвуглювання поверхні перешкоджає розвитку процесу піролізу. Як вогнезахисний фактор відзначають також поглинання теплоти при плавленні і розкладанні антипіренів. Залишки фосфоро- і сірковмісних кислот сприяють розвитку процесів дегідратації при піролізі, вода що виділяється при цьому знижує концентрацію горючих летких продуктів термічного розкладання. Азотовмісні сполуки при горінні утворюють інертні гази, які також розбавляють горючі леткі продукти [12, 11].

Вогнезахисна дія покриттів, що спучуються, обумовлена істотним зниженням теплопровідності шару. Для спучувального шару вона в 5-10 разів нижче відповідного значення для деревини, додатковий ефект досягається за рахунок пустот в структурі вугілля при значному підвищенні товщини шару. Армування волокнистим наповнювачем підвищує збереження суцільного шару покриття в процесі впливу полум'я або підвищення температури [7, 9].

В даний час застосовуються такі способи вогнезахисту:

- нанесення безпосередньо на поверхню об'єкта вогнезахисних покриттів (покращення, обмазка, напilenня і т.п.);
- облицювання об'єкта вогнезахисту плитними матеріалами або установка вогнезахисних екранів (конструктивний спосіб);
- комбінований (композиційний) спосіб, який представляє собою раціональне поєднання різних способів.

Переваги і недоліки застосовуваних способів вогнезахисту будівельних конструкцій представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Переваги та недоліки різних способів вогнезахисту

Назва способу	Переваги	Недоліки
Оббетонування, оштукатурювання, обкладка цеглою	Відносно низька вартість матеріалів	Збільшення маси конструкції Нанесення по сітці (дранка) Значна трудомісткість.
Нанесення сумішей на рідкому склі	Відносно низька трудомісткість	Низька стійкість і довговічність, труднощі контролю товщини, тривалість нанесення і сушіння
Нанесення насичених речовин	Низька трудомісткість, мала товщина	Низька стійкість і довговічність. Низька межа вогнестійкості що досягається
Нанесення спучувальних покриттів	Низька трудомісткість, мала товщина	Труднощі контролю товщини

На основі вищевикладеного можна зробити висновок про видимі переваги використання спучувальних покриттів для вогнезахисту будівельних конструкцій з деревини.

1.3 Сутність і механізм вогнезахисної дії спучувальних покриттів для дерев'яних будівельних конструкцій

Вогнезахисні покриття за механізмом дії, товщині і функціональним призначенням поділяються на такі види:

- вогнезахисні фарби, що спучуються, товщиною 1-10 мм, вони можуть виконувати декоративні цілі, при цьому приховують колір і текстуру деревини;
- декоративні покриття, що спучуються, утворюють захисну плівку завтовшки до 1 мм, зберігають колір і текстуру деревини;
- комбіновані покриття.

Залежно від області застосування вогнезахисні покриття підрозділяються на неатмосферостійкі, які експлуатуються тільки в закритих опалювальних приміщеннях з відносною вологістю повітря не більше 70%, і атмосферостійкі [18, 6].

Сучасні уявлення про механізм вогнезахисної дії покриттів, що спучуються, полягають у наступному. Під впливом полум'я або високої температури відбувається розм'якшення зв'язуючого і його спучування та виділення при розкладанні антипіренів газами; одночасно відбувається і утворення рясного вугільного шару внаслідок дегідратації полігідратних з'єднань, що утворюються кислотами. Вибір певних співвідношень між компонентами дозволяє виключити стікання розм'якшеного покриття з поверхні при нагріванні, а введення наповнювачів дозволяє структурувати піну, що утворюється, перешкоджати її вигорянню.

1.4 Методи контролю ефективності спучувальних вогнезахисних покриттів для дерев'яних будівельних конструкцій

Згідно з чинним законодавством, вогнезахисне оброблення проводиться організаціями, в статуті яких регламентовано проведення робіт і послуг в області пожежної безпеки. Також ці організації повинні мати видану в установленому

порядку ліцензію. Після закінчення робіт з вогнезахисту будівельних конструкцій складається акт прийому-здачі, який підтверджує якісне виконання вогнезахисної обробки.

Вогнезахисну ефективність покриттів визначають шляхом їх випробування. Норми пожежної безпеки НПБ 251-98 «Вогнезахисні засоби і речовини для деревини та матеріалів на її основі. Методи випробування» [13,3] і ДСТУ 4479:2005 встановлюють загальні вимоги до вогнезахисних складів і речовин для деревини та матеріалів на її основі (ОЗСВ). Ці нормативні документи встановлюють порядок і методику випробування вогнезахисної ефективності і визначення стійкості до старіння ОЗСВ.

Метод контролю якості вогнезахисної обробки

Як засіб вимірювання, випробувального устаткування і матеріалів для контролю якості вогнезахисної обробки використовується прилад ПМП-1, що складається з наступних елементів:

- корпусу;
- газового пальника;
- поворотної кришки;
- затискного пристрою.

Як газовий пальника рекомендується використовувати побутову газову запальничку (переважно з регульованою висотою полум'я). Габаритні розміри приладу повинні бути не більше 135 x 50 x 50 мм, маса - не більше 0,25 кг.

Підготовка до проведення випробувань

Перед відбором зразків проводиться огляд оброблених ВЗ матеріалів і конструкцій з метою визначення відповідності зовнішнього вигляду вимогам ТД. Відбір зразків проводиться в місцях, переважно рівномірно розташованих по площі об'єкта вогнезахисту, з різних типів конструкцій (крокви, лати і ін.), а також в місцях, де якість обробки викликає сумніви. Для відбору зразків використовується доступний ріжучий інструмент. Місце відбору зразка і сам зразок маркуються. Зразок повинен являти собою поверхневий шар вогнезахисної деревини (стружку) довжиною від 50 до 60 мм, шириною від 25 до 35 мм, товщиною від 1,5 до 2,5 мм. У разі відхилення розмірів знятої стружки

від необхідних допускається доведення розмірів до отримання необхідної товщини шляхом сточування частини зразка з боку, що не піддавалася вогнезахисній обробці, а також обрізання країв для прийняття зразком прямокутної форми. За результатами відбору зразків складається акт, в якому вказується місце відбору кожного зразка. Кількість відібраних зразків повинна складати не менше чотирьох з кожних 1000 м² вогнезахищеної поверхні об'єкта (будівлі) або з усього об'єкта, якщо площа обробки менше 1000 м².

Перед випробуванням зразки протягом 24 годин витримують у приміщенні на рівній відкритій поверхні при температурі від 10 °С до 30 °С і відносній вологості повітря (60 ± 10)%. Неприпустимо проводити випробування при використанні в якості зразка сирої стружки.

Перед проведенням випробування необхідно налаштувати прилад, для чого слід запалити газовий пальник, відрегулювати висоту полум'я таким чином, щоб воно своєю верхньою частиною, точково торкалося верхньої кромки нижньої рухомої частини притискної рамки тримача зразка, відключити газовий пальник.

Проведення випробування здійснюється в такій послідовності:

- зразок встановити в затискний пристрій так, щоб оброблена сторона була звернена до газового пальника;
- запалити газовий пальник;
- встановити поворотну кришку в положення, що забезпечує виконання вимог;
- витримати зразок під впливом полум'я протягом 40 секунд, після чого відключити газовий пальник;
- зразок залишити в приладі для охолодження зразка і приладу до кімнатної температури.

При проведенні випробування не допускається вплив на полум'я пальника повітряних потоків.

За зразком проводять візуальне спостереження під час випробування і його огляд після вилучення з приладу, при цьому фіксуються:

- зміна кольору, усадка, спучування, викривлення, тління та ін .;

- поява ознак запалення (полум'яне горіння поза зоною впливу полум'я газового пальника);
- самостійне горіння після відключення газового пальника;
- наскрізне прогорання до утворення отвору;
- обвуглювання на всю глибину в зоні дії полум'я газового пальника;
- повне або неповне обвуглювання обробленої ОС боку зразка на площі, обмеженою рамкою затискного пристрою.

Результат випробування зразка вважається негативним, якщо зафіксовано хоча б одне з таких явищ:

- самостійне горіння після відключення газового пальника (допускається наявність локального горіння в зоні впливу газового пальника протягом не більше п'яти секунд після її відключення);
- наскрізне прогорання до утворення отвору;
- обвуглювання обробленої ОС боку зразка по всій площі, обмеженою рамкою затискного пристрою;
- обвуглювання на всю глибину в зоні дії полум'я газового пальника при наявності ознак запалення (полум'яне горіння поза зоною впливу полум'я газового пальника).

Результат випробування зразка вважається позитивним, якщо зазначені явища не спостерігаються.

Поверхнева вогнезахисна обробка вважається якісною за умови отримання позитивних результатів випробувань на всіх відібраних зразках.

При отриманні негативних результатів на окремих зразках (не більше двох для площі 1000 м² вогнезахищеної поверхні об'єкта або для всього об'єкта площею менше 1000 м²) проводяться повторні випробування на подвійній кількості зразків, відібраних в місцях, обмежених площею 1000 м², де для окремих випробуваних зразків були отримані негативні результати. При отриманні позитивних результатів повторних випробувань всіх відібраних зразків поверхнева обробка об'єкта вважається якісною.

Аналітичний огляд і патентний пошук, показали відсутність в даний час дієвої польової методики по визначенню вогнезахисної ефективності спучувальних покриттів, нанесених на дерев'яні будівельні конструкції.

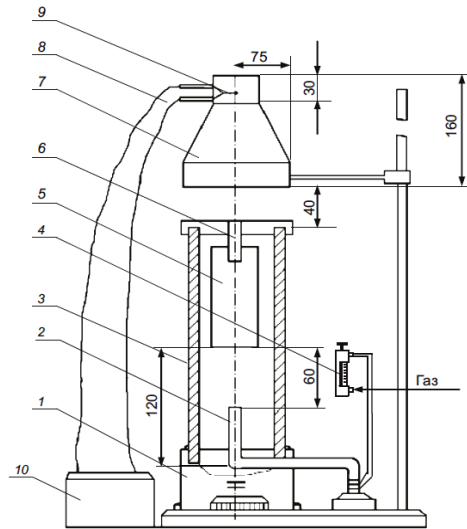


Рисунок 1.2 - Установа «керамічна труба»

1- основа; 2- газовий пальник; 3- керамічний короб; 4 -ротаметр;
5- зразок; 6 -тримач зразка; 7- парасолька; 8- термоелектричний перетворювач; 9- верхній патрубков парасольки; 10 -автоматичний потенціометр

В ході проведеного аналізу інформації, викладеної в першоджерелах, було з'ясовано, що динаміка нагріву деревини під нанесеним спучувальним вогнезахисним покриттям досліджена недостатньо і вимагає продовження досліджень відповідно до теми роботи. Тому виникає необхідність в доопрацюванні спеціальної методики досліджень поведінки спучувальних вогнезахисних покриттів при нагріванні в лабораторних умовах з метою отримання вихідної інформації для вдосконалення польової методики.

Також було визначено, що механізм вогнезахисної дії спучувальних вогнезахисних покриттів для дерев'яних будівельних конструкцій практично однаковий для всіх марок покриттів, що може дозволити виявити загальні процеси, що протікають при нагріванні, і вибрати найбільш інформативний показник цих процесів для оцінки вогнезахисної ефективності спучувальних покриттів і його подальшого, використання в польовій методиці.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення завдань дослідження з метою отримання вихідної інформації для розробки польової методики використовували діючу методику визначення вологості [11, 6], вдосконалили методику і установку з дослідження поведінки спучувальних вогнезахисних покриттів, нанесених на дерев'яні конструкції при нагріванні. На етапі експериментальних досліджень використовували обладнання та засоби вимірювання, представлені в таблиці 2.1. На момент проведення досліджень всі засоби вимірювання мали документацію про проведені повірки.

Таблиця 2.1 Характеристика обладнання та засобів вимірювання

Найменування	Тип	Заводський №	Межі вимірів	Градуювання	Контрольні параметри
Потенціометр	КСП-4	08027	ХА(0-1100)°С	10 °С	Температура
Секундомір	4995 А	4577	(0-60) хв	0,2 сек	Час експерименту
Ваги лабораторні	ВЛКТ-5	7	(0-5000) г	0,1 г	Маса зразків
Мікрометр	М001	36591	(0-20) мм	0,01 мм	Товщина шару
Термостат	СНОЛ -3	0096	(0-300)°С	1°С	Сушка зразків
Вольтметр	Э 365-1	88151622	(0-500) В	10В	Напруга мережі

Математична обробка експериментальних даних проводилася за допомогою пакета програм Microsoft Excel.

2.1 Вибір і обґрунтування параметрів експериментальної установки

Вибір параметрів лабораторної установки по дослідженню поведінки спучувальних вогнезахисних покриттів, нанесених на дерев'яні конструкції при нагріванні, був основним етапом створення лабораторної установки. Був вдосконалений комплекс методик, зокрема, для проведення досліджень з вибору джерела нагріву, варіанти розташування джерела нагріву в просторі, відстані між джерелом нагрівання і поверхнею зразків. Було необхідно врахувати, що процес спучування вогнезахисних покриттів починається при температурі близько 250 °С і закінчується при температурі близько 600 °С на поверхні покриття [15, 88]. Також експеримент не повинен бути занадто тривалим.

Для проведення серії досліджень по вибору параметрів лабораторної установки були поставлені ряд умов, при дотриманні яких шукані параметри будуть оптимальними:

- режим нагріву зразків прийнятний як для лабораторних умов, так і для умов реального будівельного об'єкта з пожежної безпеки;
- режим нагріву зразків жорсткий і інтенсивний.

Дослідження проводили в три етапи. На першому етапі було обрано джерело нагріву. На другому етапі був обраний варіант розташування джерела нагріву в просторі. На третьому етапі було вибрано відстань між поверхнею зразка що нагрівається і поверхнею сопла джерела нагріву. За вдосконаленими методиками були досліджені варіанти нагріву зразків відкритим полум'ям, променевої складової теплового потоку і конвективної складової теплового потоку.

2.1.1 Вибір джерела нагріву

Для вибору джерела нагріву (далі нагрівача) було сформульовано ряд вимог, які повинні виконуватися за підсумками цієї серії досліджень:

- малі габарити і вага (портативність);
- пожежна безпека;

- забезпечення необхідного режиму нагріву (створення потоку гарячого середовища з температурою не менше 600 ° С за короткий час);
- зручність експлуатації (ергономічність);
- низьке енергоспоживання.

Джерела нагріву зразків за допомогою відкритого полум'я не придатні в зв'язку з їх низькими експлуатаційними характеристиками і високою пожежною небезпекою. Джерела нагріву зразків променевої складової теплового потоку не придатні в зв'язку з експлуатаційними характеристиками, громіздкістю і високим енергоспоживанням. Було вирішено використовувати в лабораторній установці тільки електричний нагрівач, який використовує в якості нагрівача повітряного середовища.

Для вибору джерела нагріву була розроблена лабораторна установка і методика проведення випробувань. Сутність методики полягала у визначенні часу від початку теплового впливу на термоелектричної перетворювач відповідно до цієї методикою до появи на ньому постійної температури.

Лабораторна установка включала в себе:

- досліджуваний нагрівач;
- хромель-алюмінієвий термоелектричний перетворювач (ТЕП);
- лабораторний штатив;
- систему вимірювання та реєстрації параметрів - потенціометр КСП-40

Основні розміри і схема установки наведені на рис 2.1. ТЕП розмістили в центрі теплового потоку від нагрівача. Відстань між ТЕП і зовнішньою поверхнею сопла нагрівача було взято 30 мм в зв'язку з тим, що за паспортними даними у всіх досліджуваних нагрівачів на даній відстані температура гріючого середовища максимальна. У всіх досліджуваних нагрівачів за паспортними даними нормальне робоче положення - горизонтальне. ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм був обраний у зв'язку з його низькою інерційністю [16, 35].

Підготовка до проведення дослідження включала заміри напруги, розміщення термоелектричного перетворювача, перевірку та налагодження приладів, установку нагрівача.

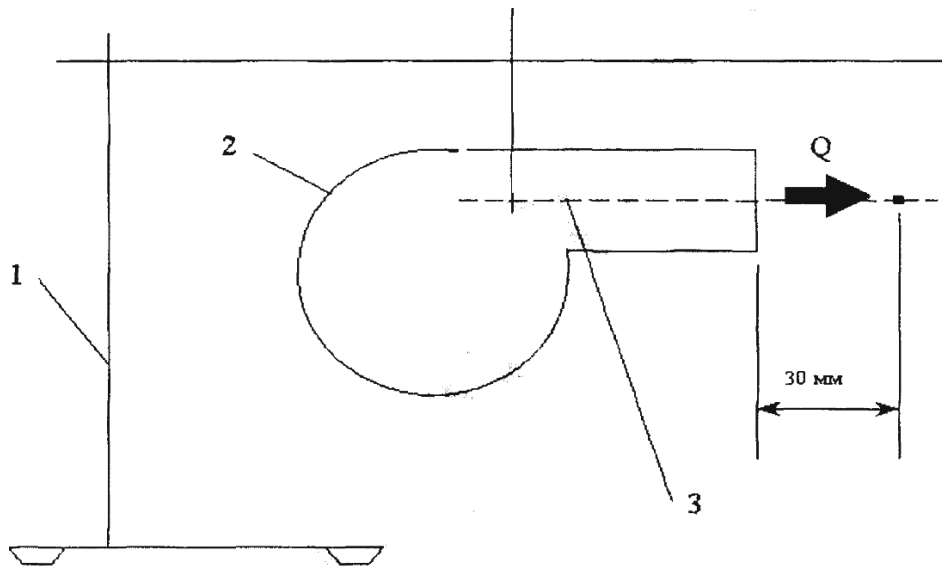


Рисунок 2.1 - Схема установки для вибору джерела нагріву

1 -лабораторний штатив; 2 - нагрівач; 3 -центр теплового потоку від нагрівача; Q- напрямок потоку гріючого середовища; ■ - термоелектричний перетворювач

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту служив момент включення нагрівача. Закінченням експерименту вважали момент появи постійної температури на ТЕП.

В процесі проведення дослідження реєстрували зміна температури гріючого середовища.

За результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при десяти дослідженнях кожного нагрівача, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Напруга при проведенні експериментів становила 220 В. Середні значення максимальних температур і часу їх появи для досліджених нагрівачів наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Досліджувані параметри джерел нагріву

Джерело нагріву	Розміри, мм	Потужність, Вт	Розхід гріючого середовища, л/хв	Дослідні параметри	
				Максимальна температура, С	Час
Клімат-5	300x450x150	1000	330	255	1 хв 15 сек
Русь - 1	250x80x80	500	145	110	55 сек
Bosh PHG 630-2 LCE	310x160x100	2000	500	610	45 сек

В ході аналізу отриманих результатів (таблиці 2.2) було з'ясовано, що електричний будівельний фен «Bosch PHG 630-2 LCE» здатний створювати потік повітря з температурою 610 ° С на відстані 30 мм від поверхні сопла через 45 сек після його включення. Даний прилад був обраний в якості нагрівача для установки, оскільки він має малу вагу, габаритами, пожежобезпечний і забезпечує необхідний режим нагріву.

2.1.2 Вибір варіанту розташування джерела нагріву в просторі

Для вибору варіанту розташування джерела нагріву (далі нагрівача) в просторі були сформульовані вимоги, які повинні виконуватися за підсумками цієї серії досліджень:

- забезпечення необхідної температури на поверхні нагрівається зразка (не менше 600 °С);
- зручність експлуатації;
- придатність для умов реального господарського об'єкта;
- безпеку для дослідника і самого приладу.

Для вибору варіанту розташування нагрівача в просторі була використана методика проведення досліджень. Сутність методики полягала у визначенні часу від початку теплового впливу на поверхню зразка, що нагрівається відповідно до цієї методикою до появи на ній постійної температури при різних варіантах розташування нагрівача в просторі.

Лабораторна установка включала в себе:

- нагрівач;
- нагрівається зразок;
- хромель-алюмінієвий термоелектричний перетворювач (ТЕП);
- лабораторний штатив;
- систему вимірювання та реєстрації параметрів - потенціометр КСП-4.

При проведенні даної серії досліджень потік гріючого середовища від нагрівача до зразка подавали по одному з трьох напрямків: по горизонталі, вертикально вгору і вертикально вниз. Основні розміри і схема установки наведені на рисунках 2.2 - 2.4.

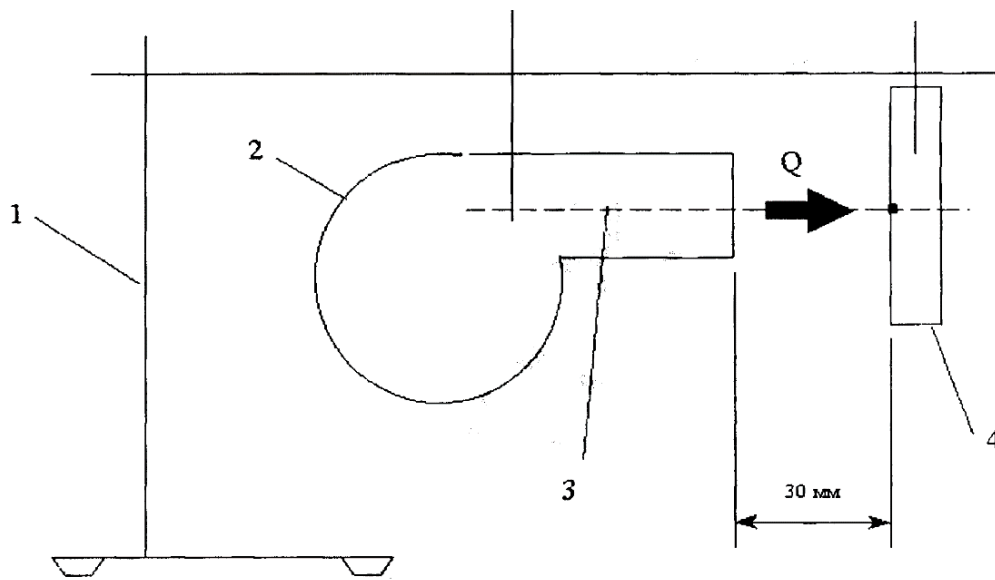


Рисунок 2.2 - Схема установки для подачі гріючого середовища по горизонталі: 1- лабораторний штатив; 2 -нагрівач; 3- центр теплового потоку від нагрівача; 4 -зразок; Q- напрямок потоку гріючого середовища;
■ - термоелектричний перетворювач

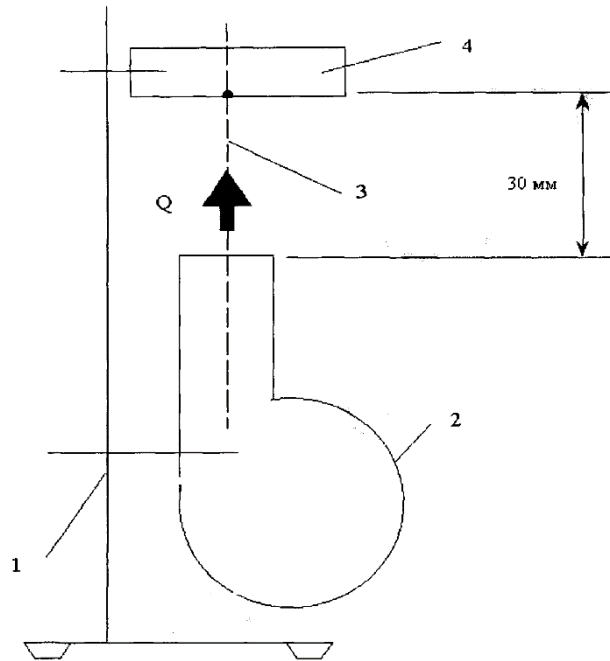


Рисунок 2.3 - Схема установки для подачі гріючого середовища по вертикалі: 1- лабораторний штатив; 2- нагрівач; 3- центр теплового потоку від нагрівача; 4- зразок; Q- напрямок потоку гріючого середовища;

■ - термоелектричний перетворювач

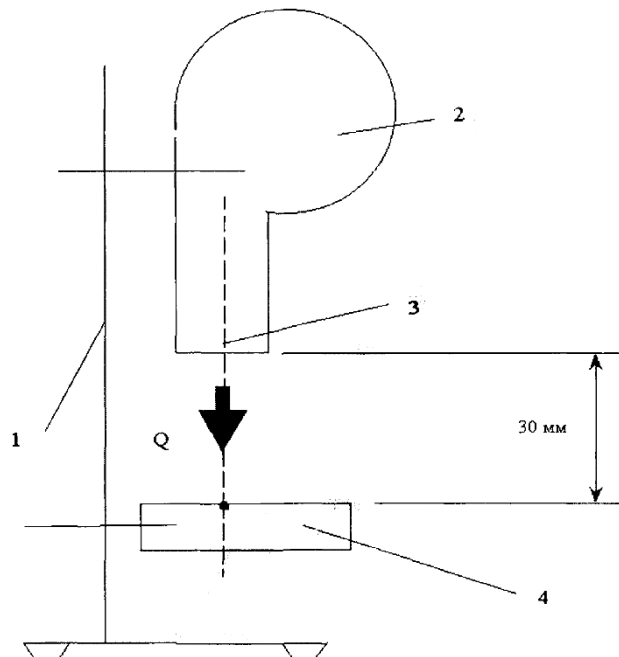


Рисунок 2.4 - Схема установки для подачі гріючого середовища вертикально вниз: 1- лабораторний штатив; 2- нагрівач; 3- центр теплового потоку від нагрівача; 4 - зразок; Q- напрямок потоку гріючого середовища;

■ - термоелектричний перетворювач

В якості зразка для випробувань був обраний квадратний брусок з шамотної цегли, з розміром сторін 150 мм і товщиною 30 мм. Поверхню зразка розміщали в просторі паралельно поверхні сопла нагрівача на відстані 30 мм в зоні максимальної температури гріючого середовища. Гріюче середовище від нагрівача подавали в центр поверхні зразка. На поверхні зразка в центрі потоку гріючого середовища поміщали ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм через його низьку інерційність [35].

Підготовка до проведення досліджень включала замір напруги, розміщення нагрівача в просторі по досліджуваного варіанту, перевірку та налагодження приладів, встановлення зразка, розміщення ТЕП.

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту служив момент включення нагрівача. Закінченням експерименту вважали момент появи постійної температури на ТЕП.

В процесі проведення досліджень реєстрували зміну температури гріючого середовища, поведінку зразка (потемніння, потріскування і т.д.).

За результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при десяти випробуваннях кожного варіанта розташування нагрівача в просторі, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Напруга при проведенні експериментів становила 220 В. Середні значення максимальних температур і часу їх появи для досліджених варіантів розташування наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Досліджувані параметри нагріву при різних варіантах розташування в просторі.

Напрямок потоку гріючого середовища	Досліджувані параметри	
	Температура, °C	Час, сек
По горизонталі	605	47
Вертикально вгору	610	45
Вертикально вниз	605	49

З даних таблиці 2.3 помітно, що напрямок потоку гріючого середовища мало впливає на швидкість росту температури і її кінцеву величину.

Для розроблюваної установки був прийнятий горизонтальний варіант подачі гріючого середовища, що відповідає поставленим умовам, як найбільш зручний. Варіант горизонтальної подачі гріючого середовища дозволяє виключити можливість падіння на дослідника і сам прилад палаючих частинок з нагрівається зразка, отже, забезпечується необхідна ступінь безпеки при проведенні досліджень.

2.1.3 Вибір відстані між поверхнею зразка і поверхнею сопла джерела нагріву

Для вибору відстані між поверхнею зразка і поверхнею сопла джерела нагріву (далі нагрівача) були сформульовали вимоги, які повинні виконуватися за підсумками цієї серії досліджень:

- експеримент не повинен бути тривалим;
- вбрання відстань повинна перевищувати можливу товщину спучувального шару досліджуваного вогнезахисного покриття, який може утворитися на поверхні нагрівається зразка (до 20 мм);
- забезпечення необхідної температури на поверхні нагрівається зразка (не менше 600 °C).

Для вибору відстані між поверхнею зразка і поверхнею сопла нагрівача була вдосконалена лабораторна установка і методика проведення досліджень. Сутність методики полягала у визначенні часу від початку теплового впливу на поверхню зразка відповідно до цієї методики, до появи на ній постійної температури при різних відстанях.

Лабораторна установка включала в себе:

- нагрівач;
- зразок;
- хромель-алюмінієвий термоелектричний перетворювач (ТЕП);

- лабораторний штатив;
- систему вимірювання та реєстрації параметрів - потенціометр КСП-4.

При проведенні даної серії досліджень відстані між поверхнею зразка і поверхнею сопла нагрівача дорівнювали 20, 30, 40, 50 і 60 мм. Основні розміри і схема установки наведені на рис. 2.5.

В ролі зразка був обраний квадратний брусок з шамотної цегли, з розміром сторін 150 мм і товщиною 30 мм. Поверхня зразка розміщали в просторі паралельно поверхні сопла нагрівача на різних відстанях. Гріюче середовище від нагрівача подавали в центр поверхні зразка. На поверхні зразка в центрі потоку гріючого середовища поміщали ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм в зв'язку з його низькою інерційністю [1, 56].

Підготовка до проведення досліджень включала замір напруги, розміщення зразка на різних відстанях від поверхні сопла нагрівача, перевірку та налагодження приладів, розміщення ТЕП.

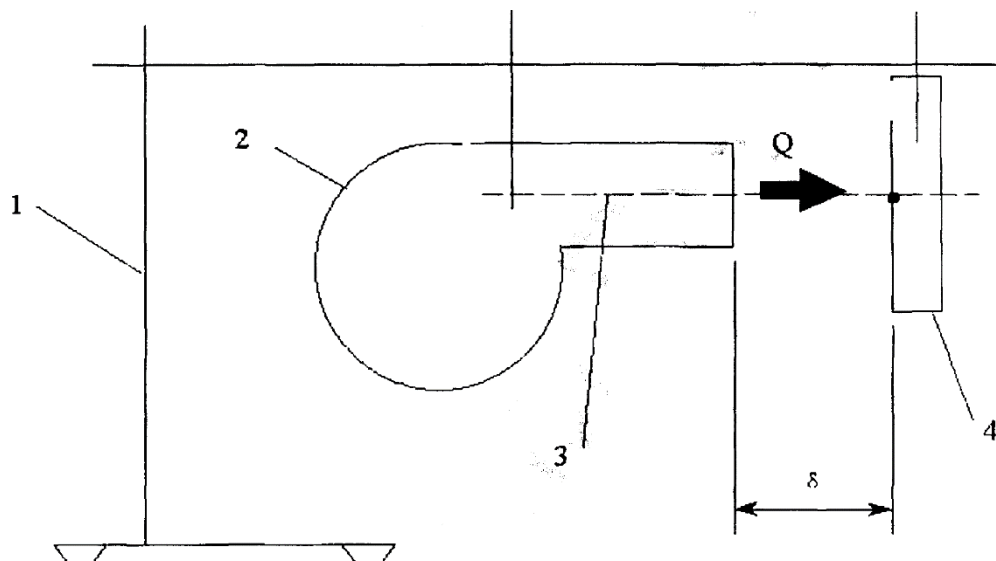


Рисунок 2.5 - Схема установки для вибору відстані між поверхнею, зразка і поверхнею сопла джерела нагріву: 1 - лабораторний штатив; 2 - нагрівач; 3 - центр теплового потоку від нагрівача; 4 - зразок; Q - напрямок потоку гріючого середовища; δ - випробувана відстань; ■ - термоелектричний перетворювач

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту

служив момент включення нагрівача. Закінченням експерименту вважали момент появи постійної температури на ТЕП.

В процесі проведення досліджень реєстрували зміну температури гріючого середовища, поведінку зразка (потемніння, потріскування і т.п.).

За результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при десяти дослідженнях кожного варіанту відстані, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Напруга при проведенні експериментів становила 220 В. Середні значення максимальних температур і часу їх появи для досліджених відстаней наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Досліджувані параметри нагріву при різних відстанях між джерелом нагрівання і нагрівається зразком

Відстань, мм	Дослідні параметри	
	Максимальна температура, °С	Час, сек
20	615	45
30	610	46
40	600	46
50	585	47
60	570	47

З даних таблиці 2.4 помітно, що в міру віддалення зразка від поверхні сопла нагрівача максимальна температура поступово знижується, а час її появи зростає.

Було вибрано відстань від поверхні сопла нагрівача до поверхні зразка 40 мм. При такій відстані тривалість експерименту невелика, а відстань прийнятна для експериментів зі спучувальними вогнезахисними покриттями. Більш близька відстань може привести до здування спучувального шару покриття, а також псування нагрівальних елементів приладу. На відстанях 50 і 60 мм можливий недостатній прогрів досліджуваних зразків.

В ході проведених досліджень по вибору параметрів лабораторної установки по дослідженню поведінки спучувальних вогнезахисних покриттів,

нанесених на дерев'яні конструкції при нагріванні, були обрані й обґрунтовано джерело нагріву, розташування джерела нагріву в просторі, відстань між поверхнею зразка, що нагрівається, і поверхнею сопла джерела нагріву. Обрані параметри відповідають поставленим завданням по нагріванню зразків і цілком прийнятні як для лабораторних умов, так і для умов реального господарського об'єкта.

За підсумками досліджень була запропонована схема лабораторної установки по дослідженню поведінки спучувальних вогнезахисних покриттів, нанесених на дерев'яні конструкції при нагріванні (рис. 2.6).

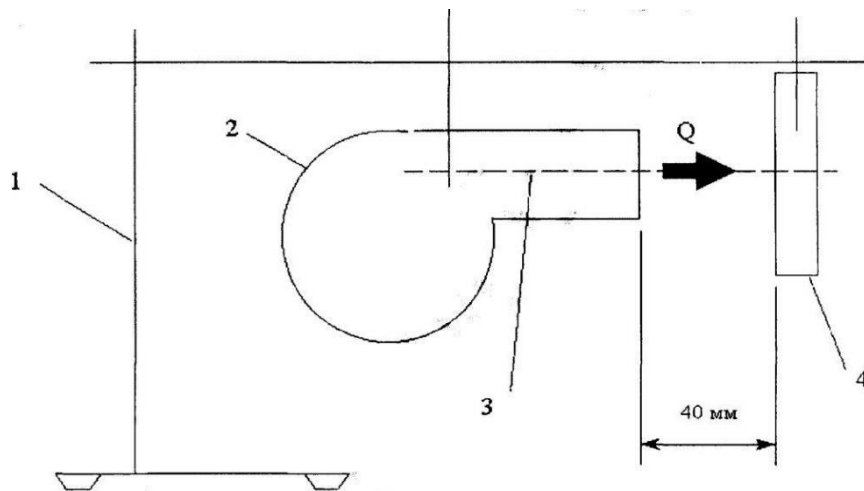


Рисунок 2.6 - Схема лабораторної установки для дослідження вогнезахисної ефективності зразків спучуються покриттів: 1- лабораторний штатив; 2- нагрівач; 3- центр теплового потоку від нагрівача; 4- зразок; Q- напрямок потоку гріючого середовища; ■ - термоелектричний перетворювач

Гріюче середовища від джерела нагрівання подається до зразком по горизонталі. Поверхня зразка розташовується в просторі паралельно поверхні сопла нагрівача на відстані 40 мм в зоні максимальної температури гріючого середовища. Гріюче середовища від нагрівача подається в центр поверхні зразка. Зразок і джерело нагріву жорстко закріплюються на лабораторному штативі.

2.2 Дослідження температур всередині потоку гріючого середовища

Після вибору і обґрунтування основних параметрів лабораторної установки по дослідженню поведінки спучувальних вогнезахисних покриттів, нанесених на дерев'яні конструкції, при нагріванні було проведено дослідження розподілу температур всередині потоку гріючого середовища з метою отримання більш повної інформації про характеристики розробленої лабораторної установки. Було необхідно врахувати, що процес спучування вогнезахисних покриттів починається при температурі близько 250 °С і закінчується при температурі близько 600 °С на поверхні покриття [25, 45].

Дослідження проводили в два етапи. На першому етапі були визначені максимальні температури в центрі потоку гріючого середовища між поверхнею сопла нагрівача і поверхнею зразка на різних відстанях від нагрівача. На другому етапі були визначені максимальні температури всередині потоку гріючого середовища на поверхні зразка при різному видаленні від центру потоку.

2.2.1 Визначення максимальних температур в центрі потоку гріючого середовища

Для визначення максимальних температур в центрі потоку гріючого середовища між поверхнею сопла джерела нагріву (далі нагрівача) і поверхнею зразка на різних відстанях від сопла нагрівача була використана лабораторна установка для дослідження вогнезахисної ефективності зразків спучувальних покриттів, піддана доопрацюванням і вдосконалена методика проведення досліджень. Сутність методики полягала у визначенні часу від початку теплового впливу на поверхню зразка до появи постійної температури всередині потоку гріючого середовища на різних відстанях від зразка.

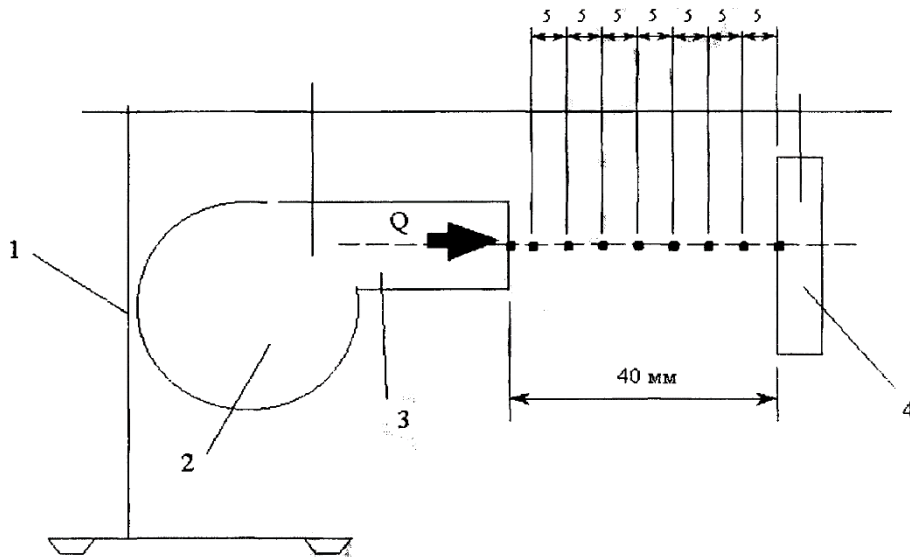


Рисунок 2.7 - Схема установки для визначення максимальних температур в центрі потоку гріючого середовища: 1- лабораторний штатив; 2- нагрівач; 3- центр теплового потоку від нагрівача; 4- зразок; Q- напрямок потоку гріючого середовища; ■ - термоелектричний перетворювач

За результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при десяти дослідженнях, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Напруга при проведенні експериментів становила 220 В. Середні значення максимальних температур і часу їх появи наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Максимальна температура гріючого середовища на різних відстанях від сопла нагрівального приладу

Відстань від зразка що нагрівається	Досліджувані параметри	
	Температура, °С	Час, сек
На поверхні зразка	600	47
5 мм	602	46
10 мм	604	45
15 мм	607	46
20 мм	609	46
25 мм	612	45
30 мм	615	47
35 мм	623	47
В соплі нагрівача	630	45

Графік зміни температури гріючого середовища на різних відстанях від сопла нагрівача представлений на рисунку 2.8.

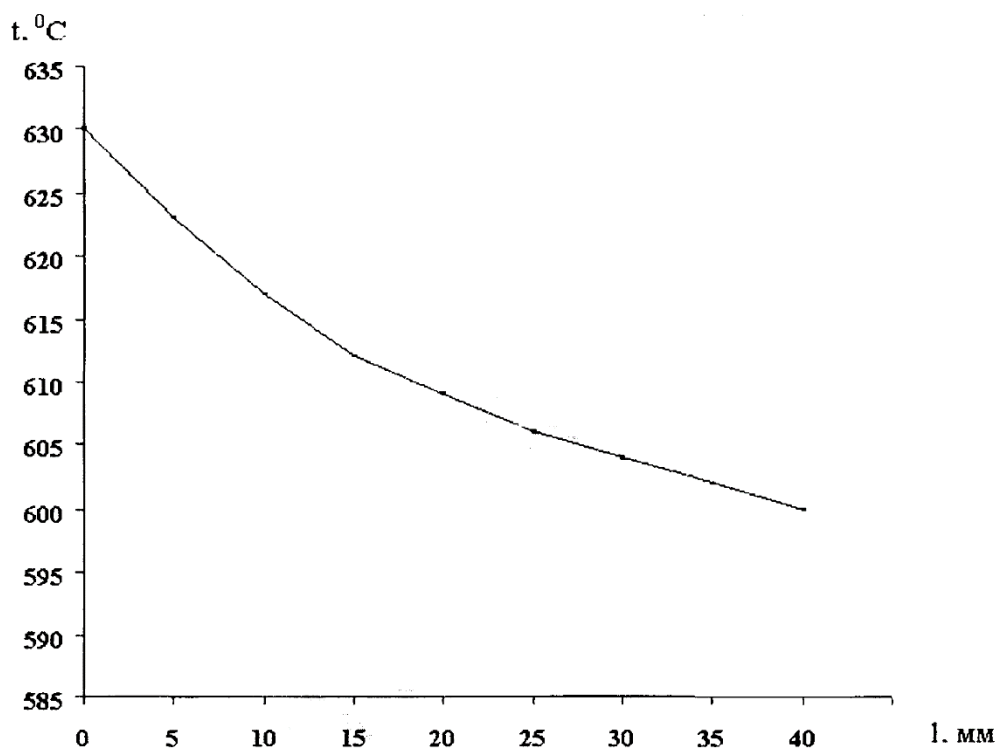


Рисунок 2.8 - Зміна температури гріючого середовища на різних відстанях від сопла нагрівального приладу

В ході проведених досліджень були отримані значення максимальних температур в центрі потоку гріючого середовища на різних відстанях від сопла нагрівача. Інтенсивне зниження максимальних температур гріючого середовища на ділянках 0-5 мм можна пояснити підсмоктуванням потоку гріючого середовища навколишнього повітря, що перемішавшись з нагрітим середовищем і призводить до охолодження.

2.2.2 Визначення максимальних температур гріючого середовища на поверхні зразка

Для визначення максимальних температур на поверхні зразка при різних відстанях від центру потоку була використана лабораторна установка для дослідження вогнезахисної ефективності зразків спучувальних покриттів, піддана доопрацюванням і вдосконаленням методика проведення досліджень.

Сутність методики полягала у визначенні часу від початку теплового впливу на поверхню зразка до появи постійної температури на поверхні зразка на різних відстанях від центру потоку.

Лабораторна установка включала в себе:

- нагрівач;
- нагрівається зразок;
- хромель-алюмінієві термоелектричні перетворювачі (ТЕП);
- лабораторний штатив;
- систему вимірювання та реєстрації параметрів - потенціометр КСП-4.

ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм розташовували на поверхні зразка, що нагрівається в центрі потоку нагрітого середовища і на відстанях 5, 10, 15, 20 мм від центру потоку нагрітого середовища. ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм був обраний у зв'язку з його низькою інерційністю. Основні розміри і схема установки наведені на рисунку 2.9. В якості зразка, що нагрівається, був обраний квадратний брусок з шамотної цегли з розміром сторін 150 мм і товщиною 30 мм. Поверхня зразка розташована в просторі паралельно поверхні сопла нагрівача на відстані 40 мм. Нагріте середовище від нагрівача подавали в центр поверхні зразка.

Підготовка до проведення досліджень включала заміри напруги, розміщення зразка, перевірку та налагодження приладів, розміщення ТЕП.

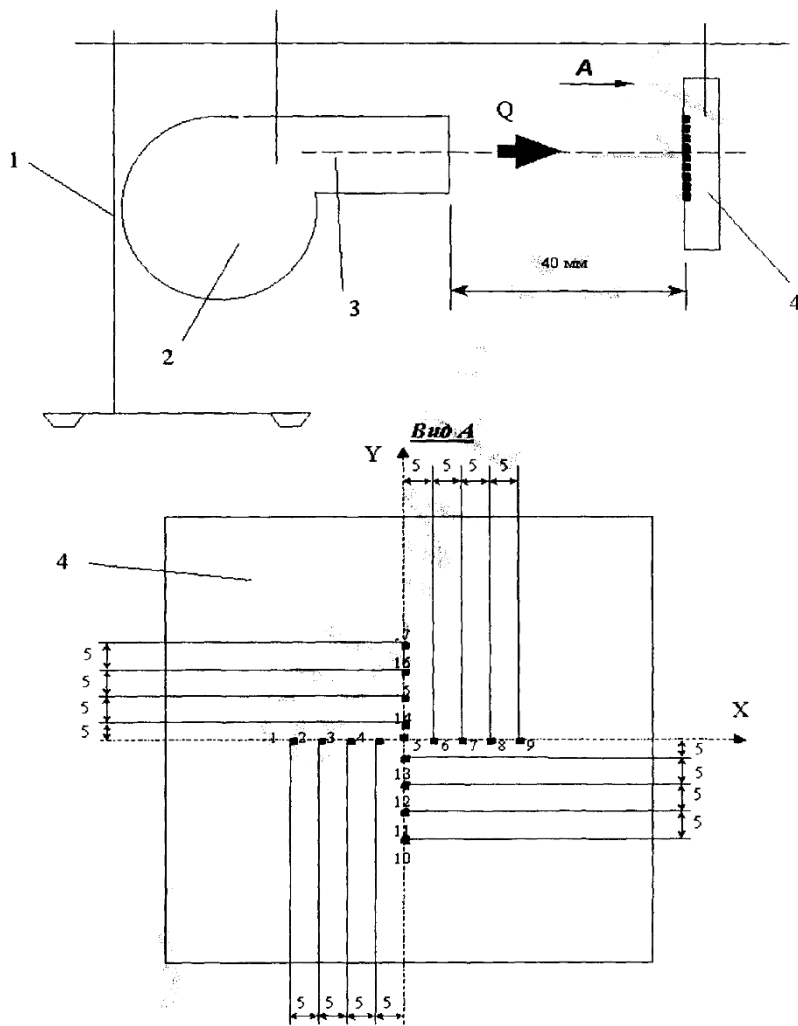


Рисунок 2.9 - Схема установки для визначення максимальних температур на поверхні зразка: 1- лабораторний штатив; 2- нагрівач; 3 -центр теплового потоку від нагрівача; 4 -нагрітий зразок; Q- напрямок потоку нагрітого середовища; ■ - термоелектричний перетворювач

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту служив момент включення нагрівача. Закінченням експерименту вважали момент появи постійної температури на ТЕП.

В процесі проведення досліджень реєстрували зміну температури нагрітого середовища, поведінку зразка, що нагрівається (горіння, виділення диму і т.д.).

За результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при десяти дослідженнях, при цьому максимальні і мінімальні значення не

відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Напруга при проведенні експериментів становила 220 В. Середні значення максимальних температур і часу їх появи наведені в таблиці 2.6. Графік зміни температури нагрітого середовища на різних відстанях від сопла нагрівача представлені на рисунку 2.10.

В ході проведених досліджень були отримані значення максимальних температур на поверхні зразка, що нагрівається, на різних відстанях від її центру. Початок зниження максимальних температур нагрітого середовища на відстані 20 мм від центру зразка пояснюється змішуванням потоку нагрітого повітря з навколишнім середовищем, що призводить до його охолодження.

Таблиця 2.6 - Максимальна температура нагрітого середовища на поверхні зразка на різних відстанях від центру потоку

Номер ТЕП	Дослідні параметри	
	Температура, °С	Час, сек
1	590	46
2	600	47
3	600	47
4	600	46
5	600	46
6	600	47
7	600	47
8	600	47
9	595	46
10	595	46
11	600	47
12	600	47
13	600	47
14	600	47
15	600	46
16	600	47
17	590	47

В ході проведених досліджень температур всередині потоку нагрітого середовища в розробленій лабораторній установці було з'ясовано, що середнє значення температури в центрі потоку повітря на поверхні зразка, розташованого на відстані 40 мм від сопла нагрівального приладу, дорівнює 600 °С. Середнє значення часу появи даної температури становить 47 секунд.

При дослідженні температури на поверхні зразка на різних відстанях від центру потоку нагрітого повітря було з'ясовано, що гріючий потік створює температуру 600 °С на відстані до 15 мм від центру потоку. Таким чином, на поверхні зразка, що нагрівається, нагрівач створює коло діаметром 30 мм з температурою 600 °С.

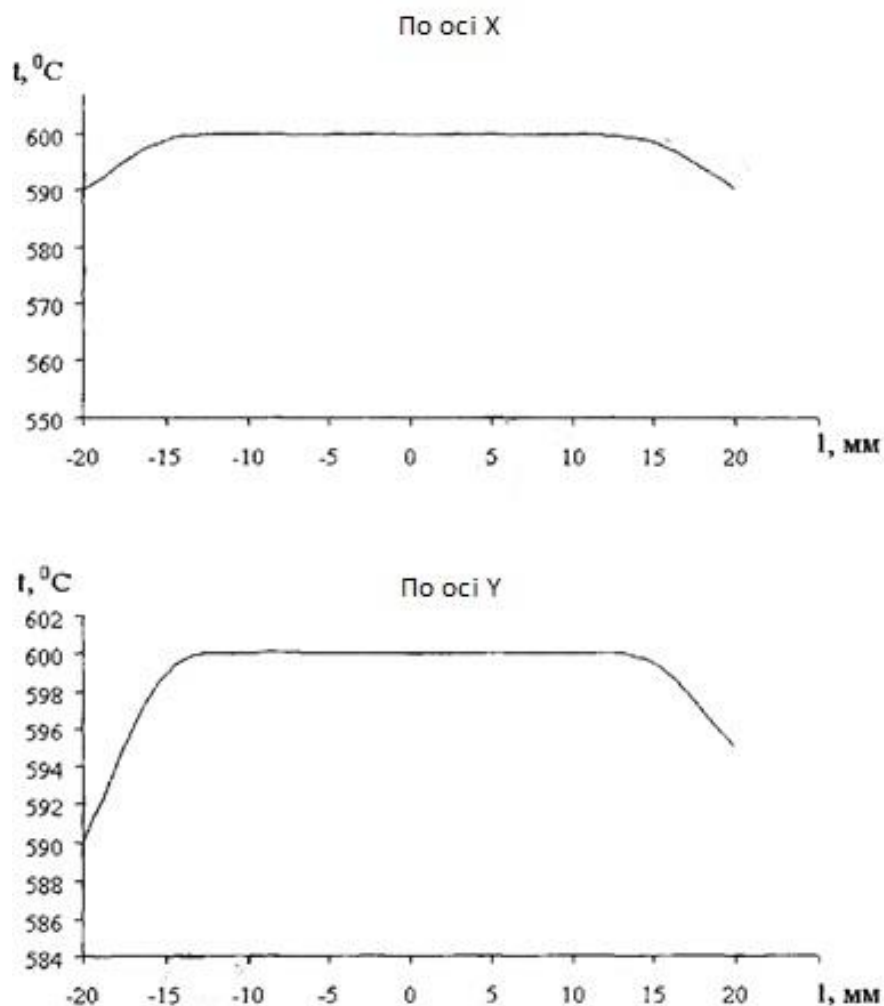


Рисунок 2.10 - Зміна температури нагрітого середовища на поверхні зразка при різних відстанях від центру потоку

2.3 Методика експериментального дослідження ефективності вогнезахисних покриттів

Після розробки лабораторної установки була розроблена методика з дослідження поведінки спучувального вогнезахисного покриття, нанесеного на дерев'яні конструкції при нагріванні. Основним завданням була розробка методу реєстрації температури під шаром вогнезахисного покриття на поверхні матеріалу, що захищається.

2.3.1 Сутність методики

Сутність методики полягає в тепловій дії на дослідний зразок вогнезахисного покриття і фіксації процесів, що протікають в зразку при нагріванні відповідно до цієї методики.

Лабораторна установка включала в себе:

- нагрівач;
- нагрівається зразок;
- хромель-алюмінієві термоелектричні перетворювачі (ТЕП);
- лабораторний штатив;
- систему вимірювання та реєстрації параметрів - потенціометр КСП-4.

ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм розташовували в центрі потоку гріючого середовища з кроком 5 мм. Також ТЕП були розташовані в соплі нагрівача і на поверхні зразка. ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм був обраний у зв'язку з його низькою інерційністю [25, 30]. Основні розміри і схема установки наведені на рисунку 2.7.

В якості зразка, що нагрівається, був обраний квадратний брусок з шамотної цегли з розміром сторін 150 мм і товщиною 30 мм. Поверхню зразка розташовували в просторі паралельно поверхні сопла нагрівача на відстані 40 мм. Нагріте середовище від нагрівача подавали в центр поверхні зразка.

Підготовка до проведення досліджень включала заміри напруги, розміщення зразка, перевірку та налагодження приладів, розміщення ТЕП.

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту служив момент включення нагрівача. Закінченням експерименту вважали момент появи постійної температури на ТЕП.

В процесі проведення досліджень реєстрували зміна температури нагрітого середовища, поведінку нагрівається зразка (горіння, виділення диму і т.д.)

2.3.2 Лабораторне обладнання

Обладнання включає в себе:

- лабораторну установку для дослідження зразків з спучувальним вогнезахисним покриттям;
- пристосування для установки зразка;
- реєструючий прилад - потенціометр КСП-4.

2.3.3 Вимоги до випробуваним зразкам

Як зразки, на які наносили вогнезахисний склад, використовували прямокутні бруски, виготовлені із сухої сосни з вологістю не більше 15%, розміром 150x60x30 без видимих вад. Відхилення від розмірів не перевищувало 1 мм. Бічні поверхні зразків були зістругані, торці обпиляні і оброблені наждаком. Деревні волокна в зразках повинні були розташовуватися уздовж поверхонь з найбільшою площею.

Довжина зразків була достатньою для надійного закріплення в затискачах лабораторної установки. Ширина була обрана з деяким перевищенням розміру поверхні (коло діаметром 30 мм), на якій нагрівач створює температуру, необхідну для спучування зразка покриття (600 °С). Товщина зразків дозволяла розміщувати всередині нього термоелектричні перетворювачі.

Перед нанесенням покриттів зразки кондиціонують в ексікаторі з насиченим розчином $Zn(NO_2) \cdot 6H_2O$ при температурі $(23 \pm 5)^\circ C$. Кондиціонування зразків припиняли, коли зміна між двома наступними зважуваннями з округленням результатів до 0,1 г, проведеними через 24 години, було не більше 0,2 мг.

На кондиціоновані зразки наносили вогнезахисне покриття на одну з поверхонь з найбільшою площею і висушували. В процесі нанесення вогнезахисного покриття на поверхні зразка під шаром покриття розміщували: термоелектричний перетворювач. Витрата, умови нанесення і сушіння відповідали вимогам технічної документації на дане покриття. Витрата покриття, нанесеного на кожен зразок, визначали ваговим методом. Загальний витрата покриття визначали підсумовуванням витрат після кожного нанесення шару і відносили до площі обробленої поверхні зразка.

Оброблені і висушені відповідно до вимог технічної документації зразки з нанесеними вогнезахисними покриттями перед дослідженнями кондиціонованих за вищеописаною методикою.

Сушку і кондиціонування зразків з нанесеними вогнезахисними покриттями проводили з метою видалення зайвої вологи з деревини і нанесення покриття і досягнення однакової вологості всіх зразків. Зайва волога при проведенні експериментів може випаровуватися і додатково охолоджувати поверхню і об'єм зразків, що може призвести до отримання недостовірних даних [6, 7].

2.3.4 Підготовка і проведення випробувань

Підготовка до проведення досліджень включала заміри напруги, розстановку термоелектричних перетворювачів, перевірку та налагодження нагрівача, приладів, установку дослідного зразка з нанесеним вогнезахисним покриттям.

Перед дослідженнями проводили контрольні вимірювання фактичної товщини вогнезахисних покриттів. Вимірювання товщини покриття проводили

в п'яти місцях. За результат приймається середнє арифметичне значення всіх вимірювань. Результат повинен був відповідати вимогам нормативної документації на вогнезахисні покриття.

Для дослідження поведінки вогнезахисного покриття під дією джерела нагріву контролювали температуру нагрітого середовища, поверхні дерев'яного зразка під вогнезахисним покриттям і всередині зразка. Температуру нагрітого середовища, поверхні дерев'яного зразка під вогнезахисним покриттям і всередині зразка вимірювали за допомогою хромель - алюмінієвих термоелектричних перетворювачів (ТЕП) з дроту діаметром 0,1 мм, що володіють малою інерційністю. Схема розстановки ТЕП представлена на рисунку 2.11. Спаї всіх термопар були на одній прямій, перпендикулярній я поверхні зразка і розташовані в центрі теплового потоку від нагрівача. Термопару підключали до системи вимірювання та реєстрації параметрів - потенціометра КСП - 4 [18, 5].

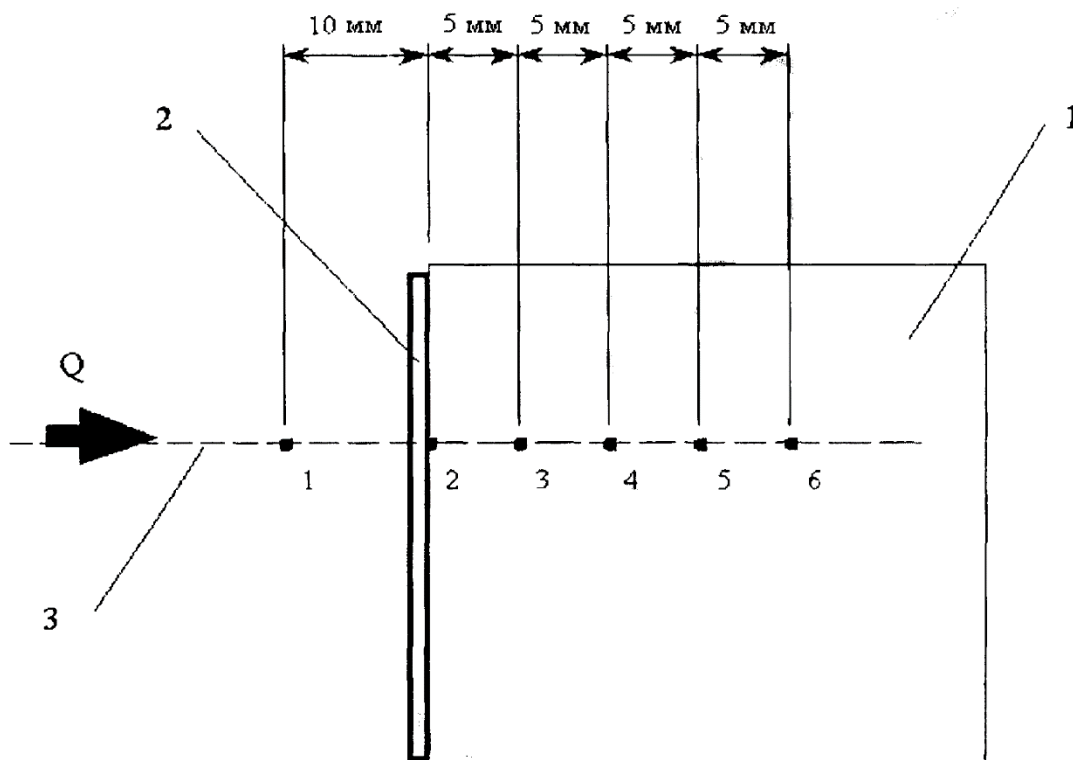


Рисунок 2.11 - Схема розміщення термоелектричних перетворювачів всередині зразка вогнезахисного покриття: 1- дерев'яний зразок; 2 - шар вогнезахисного покриття; 3 - центр теплового потоку; ■ - термоелектричний перетворювач; Q- напрямок потоку нагрітого середовища, встановлені: 1- для

контролю температури нагрітого середовища; 2 -для контролю температури на поверхні зразка під покриттям; 3-6 для контролю температури всередині зразка

Зразки з нанесеним вогнезахисним покриттям після розміщення в них термопар за допомогою затискачів закріплювали на штативі установки поверхнею вогнезахисного покриття в сторону нагрівача. Поверхню зразка орієнтували паралельно поверхні сопла нагрівача, відстань між поверхнею сопла нагрівача і поверхнею зразка становила 40 мм. Зразок орієнтували таким чином, щоб гарячі спаї термопар розташовувалися по центру потоку нагрітого середовища.

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту служив момент включення нагрівача. Закінченням експерименту вважали момент початку горіння поверхні дерев'яного зразка під вогнезахисним покриттям після руйнування захисного спучувального шару покриття.

В процесі проведення досліджень реєстрували такі параметри:

- час початку горіння поверхні дерев'яного зразка під вогнезахисним покриттям після руйнування захисного спучувального шару покриття;
- зміна температури нагрітого середовища;
- поведінка вогнезахисного покриття (спучування, обуглювання, відшарування, виділення диму, продуктів горіння і т.д.);
- зміна температури під покриттям і всередині зразка.

2.3.5 Обробка результатів випробувань

За результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при дослідженнях десяти зразків, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [25, 49].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ

За розробленою методикою були проведені дослідження вогнезахисного покриття «Зотекс», призначеного для захисту дерев'яних конструкцій від займання, горіння, поширення полум'я. В ході аналізу отриманих даних було виявлено та проаналізовано ряд загальних процесів, що відбуваються при спученні, вогнезахисній дії і руйнуванні покриття під дією джерела нагріву. Також був обраний ряд показників процесів, що протікають в зразках при нагріванні, які можна застосувати до оцінки вогнезахисної ефективності покриттів що спучуються:

- початок горіння поверхні дерев'яного зразка під шаром покриття;
- нагрівання поверхні дерев'яного зразка під шаром покриття до температури 380-420 °С;
- нагрів дерев'яного зразка під шаром покриття на глибині 5 мм до температури 250-260 °С.

Найбільш прийнятною ознакою для оцінки вогнезахисної ефективності є нагрів зразка на глибині 5 мм до температури 260 °С, оскільки фіксація температури під шаром покриття на поверхні зразка технічно складна, а візуальна фіксація горіння поверхні зразка під шаром покриття занадто суб'єктивна і має низьку точність вимірювань.

3.1 Дослідження вогнезахисного покриття «Зотекс»

Зразки з нанесеним вогнезахисним покриттям «Зотекс» досліджували відповідно до розробленої методики (див. розд. 2.3). При проведенні досліджень мережеве напруга становила 220 В. Час виходу нагрівача на робочий режим до температури 600 °С склав 45 сек. В результаті досліджень були отримані графіки зміни температури на поверхні і всередині зразків з нанесеним вогнезахисним покриттям в залежності від часу нагріву (рисунок 3.1). При контакті з вогнем

поверхня деревини спучується, утворюючи вогнестійкий теплоізоляційний шар, який перекриває доступ кисню до поверхні і не дає можливість деревині досягти температури займання.

В результаті аналізу отриманих графіків і даних, отриманих в ході даного експерименту, було з'ясовано механізм вогнезахисної дії даного покриття і поведінку дерев'яного зразка під шаром покриття при нагріванні.

На інтервалі часу від 0 до 2,5 хвилин від початку експерименту візуально спостерігали процес розм'якшення сполучної речовини покриття і його спучування, виділення при терморозкладі з дерев'яного зразка компонентів покриття і газів. Колір покриття поступово змінювався від білого до коричневого. Одночасно йшов процес інтенсивного нагріву поверхні дерев'яного зразка під покриттям від 20 °С до 205 °С і внутрішніх шарів зразка від 20 °С до 160 °С, про це свідчить різкий підйом графіка 2 на ділянці 0 - 2,5 хв і графіка 3 на ділянці 1 - 5 хв.

Далі на інтервалі часу 2,5 - 16 хв від початку експерименту процес нагріву поверхні зразка під покриттям і внутрішніх шарів зразка істотно сповільнювався, про це свідчить ділянка 2,5 - 16 хв графіка 2 і ділянка 5-18 хв графіка 3 (див. рис.3.1). Це пояснюється утворенням на поверхні зразка спученого шару покриття, який надавав теплоізолюючу дію і протіканням в зразку ендотермічних реакцій терморозкладу деревини, також можливе утворення на поверхні зразка обвугленого шару під покриттям, що має низьку теплопровідність. Візуально на інтервалі часу 2,5 - 16 хв спостерігали на поверхні зразка рівний спучений шар, що поступово змінює колір від коричневого до чорного, отже, відбувався процес озолення спученого шару.

На інтервалі часу 16-25 хв від початку експерименту візуально спостерігали утворення тріщин і раковин у спученому шарі покриття, а також вигорання і часткове осипання зовнішніх частин спученого шару.

t, °C

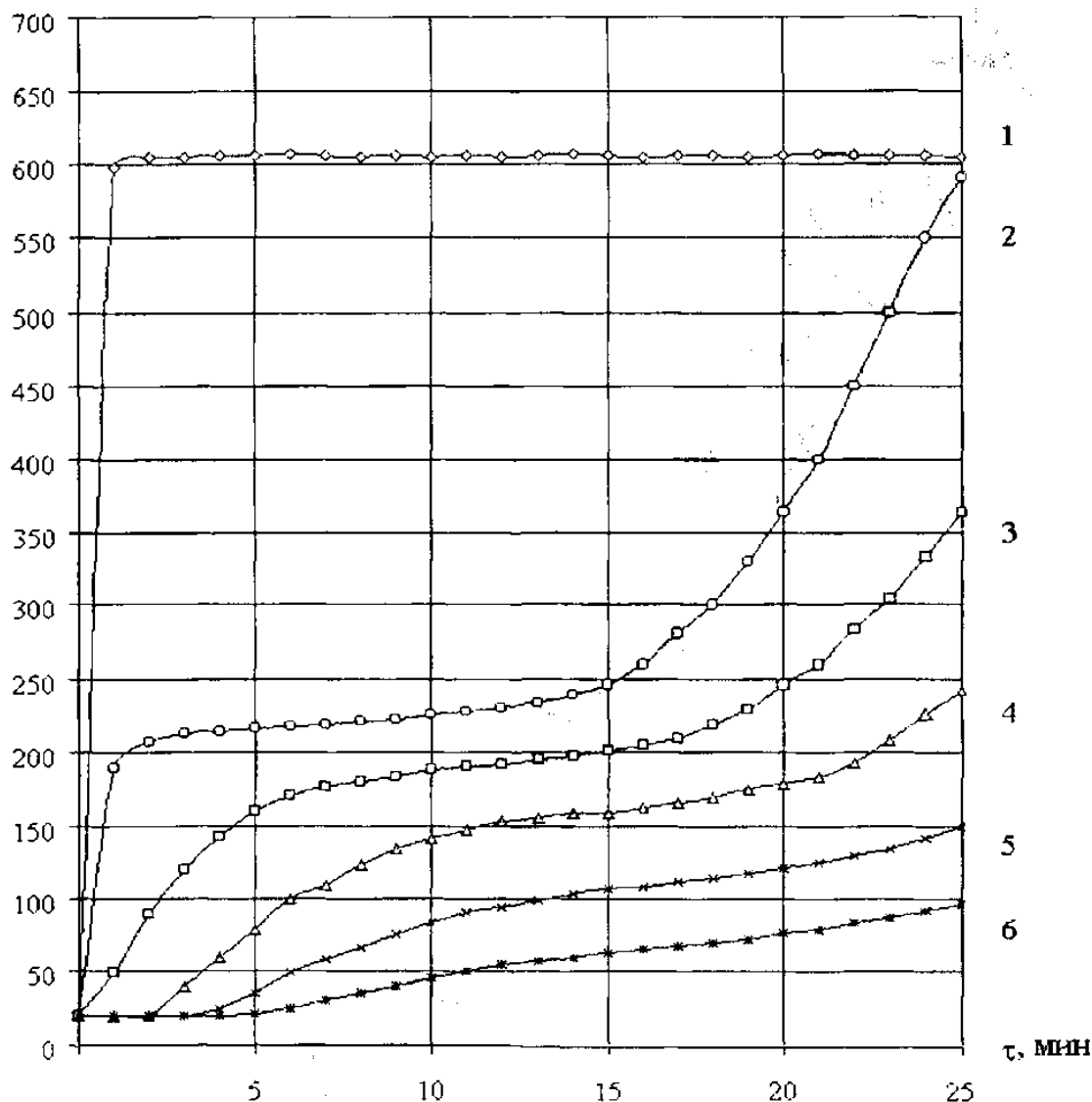


Рисунок 3.1 - Зміна температури на поверхні і всередині зразка покриття «Зотекс» в залежності від часу нагріву:

1 - на поверхні покриття; 2 - на поверхні зразка під шаром покриття; 3 - на глибині 5 мм; 4 - на глибині 10 мм; 5 - на глибині 15 мм; 6 - на глибині 20 мм

Починаючи з 16 хвилини від початку експерименту, фіксували появу запаху диму і звуку слабкого потріскування зразка, що свідчило про початок інтенсивного терморозкладу. Сильне руйнування спученого шару покриття і горіння поверхні зразка під шаром покриття було візуально зафіксовано на 24 хвилині від початку експерименту.

З отриманих даних випливає, що покриття «Зотекс» володіло вогнезахисною дією протягом 24 хвилин від початку експерименту. Далі

починалися екзотермічні процеси терморозкладу і горіння зразка під шаром покриття.

3.2 Вдосконалення польової методики визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття, нанесеного на дерев'яну будівельну конструкцію

Після проведення досліджень поведінки спучувального вогнезахисного покриття, нанесеного на дерев'яні конструкції, при нагріванні в лабораторних умовах була вдосконалена польова методика визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття, нанесеного на дерев'яну конструкцію.

Критерієм вогнезахисної ефективності спучувальних вогнезахисних покриттів було запропоновано час, від початку випробувань до фіксації всередині зразка на глибині 5 мм температури 260 ° С.

Таблиця 3.1 - Характеристика обладнання та засобів вимірювання.

Найменування	Тип	Заводский №	Межі вимірювань	Градуювання	Контрольвані параметри
Термометр	Citizen ET-300	-	ХК (0-300) °С	1 °С	Температура
Секундомір	4295 А	4577	(0-60) хв	0.2 сек	Час експерименту
Вольтметр	Э 365-1	88151622	(0-500) В	10В	Мережеве

Температуру на глибині 5 мм всередині дерев'яної конструкції фіксували за допомогою хромель-алюмінієвого термоелектричного перетворювача (ТЕП) з діаметром - дроту 0,1 мм, укладеного в металевий корпус для виключення можливості механічного пошкодження в ході проведення випробувань. ТЕП розміщували всередині зразка шляхом висвердлювання похилого отвору під кутом 10 °С за допомогою спеціально розробленого пристрою і електродрилі. Глибина отвору варіювалася від 45 до 50 мм в залежності від товщини шару покриття.

При вдосконаленні польової методики використовували обладнання та засоби вимірювання, представлені в таблиці 3.1. На момент проведення досліджень всі засоби вимірювання мали документацію про проведені повірки.

3.3 Польова методика визначення вогнезахисної ефективності спучувальних покриттів, нанесених на дерев'яну будівельну конструкцію

3.3.1 Суть методики

Суть методики полягає в тепловій дії на поверхню вогнезахисного покриття що спучується, нанесеного на дерев'яну будівельну конструкцію, і визначенні часу від початку теплового впливу до появи температури 260 °С(температура самозаймання деревини) на глибині 5 мм всередині конструкції під шаром покриття. Даний час є критерієм вогнезахисної ефективності спучувального покриття.

Випробувальне обладнання

Обладнання включає в себе:

- переносний нагрівач з обмежувачем відстані від сопла до поверхні конструкції;
- дрель з пристроєм для висвердлювання похилого отвору;
- малогабаритний цифровий термометр;
- термоелектричний перетворювач (далі ТЕП);
- секундомір.

Основні розміри і схема установки представлена на малюнку 3.1

Вимоги до випробуваним конструкціям

В якості основи, на яку було нанесено покриття, використовували дерев'яні конструкції різних розмірів і площ поперечного перерізу, виготовлені з сухої сосни з вологістю не більше 15%, без видимих вад.

Розміри дерев'яних конструкцій були достатні для надійного закріплення ТЕП і проведення випробувань. Для проведення експерименту досить рівної ділянки вогнезахисної поверхні конструкції розміром 40x40 мм.

На поверхню дерев'яних конструкцій наносили вогнезахисне покриття і висушували. Перед нанесенням покриття поверхня конструкції оброблялась

відповідно до вимог нормативно-технічної документації на дане покриття. Витрата, умови нанесення і сушіння також відповідали вимогам технічної документації на дане покриття. Витрата покриття, нанесеного на кожну конструкцію, визначали ваговим методом. Загальний витрата покриття визначали підсумовуванням витрат після кожного нанесення шару і відношенням до площі обробленої поверхні конструкції.

Сушку зразків вогнезахисних покриттів з метою отримання більш достовірних результатів проводили при кімнатній температурі в нормальних умовах. Сушку припиняли, коли зміна між двома наступними зважуваннями з округленням результатів до 0,1 г, проведеним через 24 години, була не більше 0,2 мг.

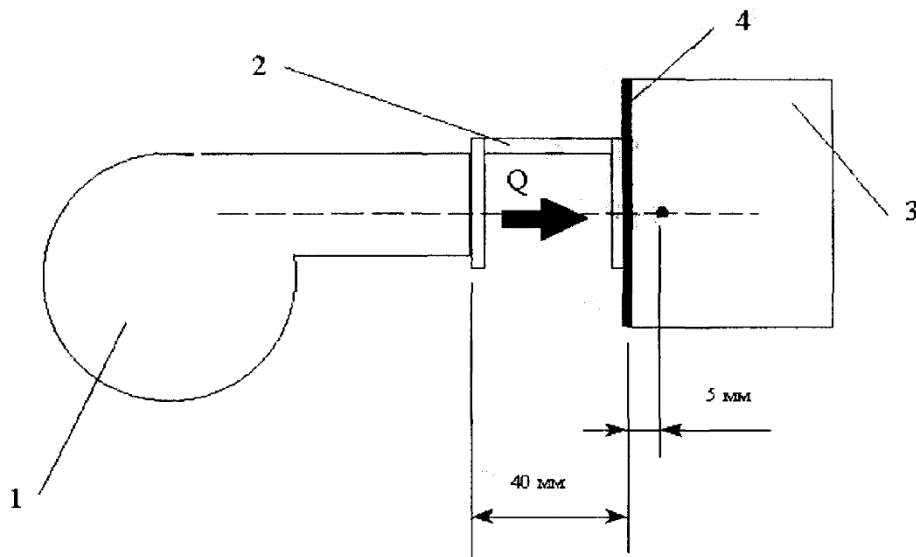


Рисунок 3.2 - Схема польової установки для визначення вогнезахисної ефективності спучувальних покриттів: 1- нагрівач; 2 -обмежувач відстані від сопла до поверхні конструкції; 3- дерев'яна конструкція; 4 -шар вогнезахисного покриття; Q- напрямок потоку нагрітого середовища; ■ - термоелектричний перетворювач

3.3.2 Підготовка і проведення випробувань

Підготовка до проведення випробувань включала заміри напруги, висвердлювання похилого отвору певної глибини, розміщення ТЕП, перевірку та налагодження нагрівача, приладів, установку нагрівача на поверхню конструкції.

Для дотримання необхідної відстані від сопла нагрівача до поверхні що нагрівається, нагрівач був оснащений спеціальною насадкою.

Перед випробуваннями проводили контрольні вимірювання фактичної товщини вогнезахисних покриттів. Вимірювання товщини покриття проводили в п'яти місцях. За результат брали середнє арифметичне значення всіх вимірювань. Результат повинен був відповідати вимогам нормативної документації на вогнезахисні покриття.

При проведенні випробувань по визначенню вогнезахисної ефективності покриттів температуру нагрітого середовища контролювали за допомогою датчика температури, розташованого в корпусі нагрівача, температуру на глибині 5 мм всередині конструкції контролювали за допомогою хромель - алюмінієвого ТЕП з діаметром дроту 0,1 мм, укладеного в корпус, що володіє низькою інерційністю. ТЕП підключали до малогабаритного електронного термометру, розміщеному на корпусі нагрівача. Після розміщення ТЕП до поверхні випробовуваного вогнезахисного покриття притуляти нагрівач таким чином, щоб спайки ТЕП розташовувався по центру потоку нагрітого середовища.

Перед включенням нагрівач за допомогою рукояток управління встановлювали на максимальний режим нагріву. Початком експерименту служив момент включення нагрівача в мережу. Закінченням експерименту вважали момент появи температури 260 °С на ТЕП. Режим нагріву повністю відповідав режиму нагріву зразків при лабораторних дослідженнях зразків вогнезахисних покриттів.

У процесі проведення випробувань фіксували час появи температур 260 °С на ТЕП.

Обробка результатів випробувань

За остаточний результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при випробуванні десяти зразків, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Остаточним результатом був час появи

температури 260 °С на ТЕП, який є критерієм вогнезахисної ефективності покриття.

Результати налагоджувальних випробувань і їх аналіз

В ході проведеного випробування було отримано значення часу збереження вогнезахисної ефективності для вогнезахисного покриття «Зотекс», яке склало 29 хвилин.

В ході аналізу отриманих даних було з'ясовано, що вони не відрізняються від значень, отриманих на лабораторній установці (таблиця 3.1), що говорить про достовірність отриманих значень і правильності розробленої польової методики і польової установки. При зазначених значеннях часу в ході випробування спостерігали сильне руйнування спученого шару вогнезахисних покриттів, а в ряді випадків і початок горіння поверхні дерев'яної конструкції, проте, після виключення нагрівача по закінченню експерименту, палаючі ділянки конструкції загасали. Можна зробити висновок про пожежобезпеку розробленої польової методики, оскільки вона не допускає розвитку горіння конструкції в процесі і після закінчення випробувань.

Однак отримані значення часу було б неправильно використовувати для оцінки вогнезахисної ефективності вогнезахисних покриттів, нанесених на реальні будівельні конструкції, оскільки з моменту нанесення покриття до моменту випробування проходить деякий інтервал часу, званий терміном експлуатації. Відомо, що з плином терміну експлуатації вогнезахисні покриття частково втрачають свої вогнезахисні властивості [1, 90], тому значення часу збереження вогнезахисної ефективності, наведені в таблиці 3.2 для свіжих шарів вогнезахисних покриттів, можуть на практиці виявитися завищеними, отже, і необхідно отримані значення часу збереження вогнезахисної ефективності піддати коригуванню, з урахуванням можливого терміну експлуатації покриттів.

3.4 Методика визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття, нанесеного на будівельну конструкцію після закінчення певного терміну експлуатації

Значення часу збереження вогнезахисної ефективності, отримані в ході випробувань на польовій установці, було необхідно піддати коригуванню з урахуванням можливого часу експлуатації випробовуваного вогнезахисного покриття - від моменту проведення вогнезахисної обробки до моменту проведення випробувань, оскільки з плином часу експлуатації вогнезахисна ефективність покриття буде трохи знижуватися, що може привести до недостовірності проведених випробувань. У нормативному документі [2,3;4,5; 5,3] існує вимога, щоб вогнезахисні покриття зберігали вогнезахисну ефективність протягом усього терміну експлуатації. Для визначення вогнезахисної ефективності покриття, нанесеного на будівельну конструкцію, після закінчення терміну експлуатації використовували метод штучного старіння [13, 5].

3.4.1 Сутність методики

Сутність методики полягає у визначенні збереженості вогнезахисної ефективності вогнезахисного покриття після прискореного старіння в результаті поперемінного впливу на зразки коливань температури і вологості в заданій послідовності.

3.4.2 Випробувальне обладнання

Обладнання включає в себе:

- польову установку для визначення вогнезахисної ефективності покриття, нанесеного на будівельну конструкцію, п. 3.1;

- камеру для термостатування, що забезпечує діапазон температур від 40 до 60 °С з примусовою вентиляцією повітря з кратністю повітрообміну в межах 4-8 хв;
- ексикатор;
- секундомір.

3.4.3 Вимоги до випробуваним конструкціям

Для проведення випробувань були виготовлені 10 зразків вогнезахисного покриття. В якості основи, на яку було нанесено покриття, використовували дерев'яні конструкції різних розмірів і площ поперечного перерізу, виготовлені з сухої сосни з вологістю не більше 15% без видимих вад.

Розміри дерев'яних конструкцій були достатні для надійного закріплення термоелектричного перетворювача і проведення випробувань.

На поверхню дерев'яних конструкцій наносили вогнезахисне покриття і висушували. Перед нанесенням покриття поверхню конструкції обробляли відповідно до вимог нормативно-технічної документації на дане покриття. Витрата, умови нанесення і сушіння також відповідали вимогам технічної документації на дане покриття. Витрата покриття, нанесеного на кожен конструкцію, визначали ваговим методом. Загальні витрати покриття визначали підсумовуванням витрат після кожного нанесення шару і відношенням до площі обробленої поверхні конструкції.

Сушку зразків вогнезахисних покриттів з метою отримання більш достовірних результатів проводили при кімнатній температурі. Сушку припиняли, коли зміна між двома наступними зважуваннями з округленням результатів до 0,1 г, проведеним через 24 години, було не більше 0,2 г [13, 5].

3.4.4 Підготовка і проведення випробувань

Дерев'яні конструкції з нанесеним вогнезахисним покриттям витримували: 8 годин на камері для термостатування при температурі 60 ± 5 °С, 16 годин в

ексикаторі з відносною вологістю повітря 100%, 8 годин в камері для термостатування при температурі 60 ± 5 °С, 16 годин при кімнатній температурі в нормальних умовах. Ці операції становили один цикл (48 год). Випробування включали сім циклів. Після закінчення зазначеного терміну зразки витримували при кімнатній температурі в нормальних умовах не менше 48 годин. Під час випробування вели спостереження за станом вогнезахисного покриття.

Після проведення прискореного старіння покриттів зразки піддавали випробуванням на визначення часу вогнезахисної ефективності по польовій методиці визначення критерію вогнезахисної ефективності покриття, нанесеного на будівельну конструкцію.

3.4.5 Обробка результатів випробувань

За остаточний результат брали середнє арифметичне значення результатів, отриманих при випробуванні десяти зразків, при цьому максимальні і мінімальні значення не відрізнялися один від одного більш ніж на 10%. Дана кількість експериментів і відхилення були прийняті для досягнення близькості значень випадкової і приладової похибок [23, 25]. Остаточним результатом був час появи температури 260 °С на термоелектричному перетворювачі, що є вогнезахисною ефективністю спучувального покриття.

3.5 Результати випробувань та їх аналіз

В ході проведених випробувань було отримано значення часу збереження вогнезахисної ефективності для вогнезахисного покриття «Зотекс» після його штучного старіння, рівне 24 хвилини.

В ході аналізу даних помітно зниження часу збереження вогнезахисної ефективності випробуваного вогнезахисного покриття після його штучного старіння в порівнянні з свіженанесеним покриттям не більше ніж на 20%, що обумовлено протіканням всередині покриттів процесів старіння, що роблять

негативний вплив на механізм вогнезахисної дії покриття і його вогнезахисну ефективність в цілому.

При зазначених значеннях часу в ході випробування спостерігали сильне руйнування спученого шару вогнезахисного покриття, а в ряді випадків і початок горіння поверхні дерев'яної конструкції, проте, після виключення нагрівача по закінченню експерименту, палаючі ділянки конструкції загасали, що підтверджує висновок про пожежобезпеку розробленої польової методики, оскільки вона не допускає розвитку горіння конструкції по ходу і по закінченню випробувань.

Отримані значення часу можна використовувати в якості критерію оцінки вогнезахисної ефективності спучуються вогнезахисних покриттів, нанесених на реальні будівельні конструкції з деревини, після закінчення різних термінів експлуатації покриттів шляхом зіставлення отриманих при випробуваннях значень часу.

В ході наведеного порівняння отриманого значення часу збереження вогнезахисної ефективності покриттів із значенням втрати маси зразків при випробуваннях на установці «керамічна труба» (ДСТУ 4479:2005, НПБ 251-98) цього ж покриття, що є показником для оцінки групи вогнезахисної ефективності, була виявлена їх схожість. Середні значення втрат маси зразків з вогнезахисним покриттям «Зотекс» склали: 12,0% - після штучного старіння, 7,5% - свіжий шар вогнезахисного покриття (таблиця 3.2).

Розрахунок втрати маси проводився за методикою ДСТУ 4479:2005:

$$P_i = \frac{(m_{1i} - m_{2i})100}{m_{1i}} \quad (3.1)$$

де m_{1i} - маса зразка до випробування, г;

m_{2i} - маса зразка після випробування, г;

i - номер зразка.

Отриманий результат обчислення округляли до 0,1%. Після випробування визначали середнє арифметичне значення втрати маси десяти випробуваних зразків. Замість зразків, для яких не виконувалися нерівності, випробовували нові зразки і знову визначали середнє арифметичне значення втрати маси

$$|P_{cp} - P_i| \leq 3 \text{ при } P_{cp} \leq 9;$$

$$|P_{cp} - P_i| \leq 5 \text{ при } 9 < P_{cp} \leq 25$$

За результатами випробування встановлюють групу вогнезахисної ефективності випробуваного покриття при даному способі його застосування. При втраті маси не більше 9% для вогнезахисного засобу встановлюють I групу вогнезахисної ефективності. При втраті маси понад 9%, але не більше 25% для вогнезахисного засобу встановлюють II групу вогнезахисної ефективності. При втраті маси більше 25% вважають, що даний склад не забезпечує вогнезахист деревини і не є вогнезахисним.

Таблиця 3.2 - Середні значення втрат маси зразків до нанесення вогнезахисного покриття «Зотекс»

Номер зразка	Маса, г		Втрати маси зразка		Сер. арифм. втрати маси, %
	Перед спаленням	Після спалення	г	%	
1	50,0	32,5	17,5	35	34,8
2	50,7	32,7	18	36	
3	50,2	32,2	18	36	
4	50,0	33,5	17,5	35	
5	50,1	33,6	16,5	33	
6	50,7	33,7	17	34	
7	50,0	32,5	17,5	35	
8	50,6	32,6	18	35	
9	50,0	33	17	34	
10	50,8	32,8	18	35	

Таблиця 3.3 - Середні значення втрат маси зразків (штучне старіння) з вогнезахисним покриттям «Зотекс».

Номер зразка	Маса, г		Розхід складу, г/м ²	Втрати маси зразком		Сер. арифм. втрати маси, %
	Перед спаленням	Після спалення		г	%	
1	50,0	44	500	6	12,0	12
2	50,7	44,7	500	6	11,8	
3	50,2	44,2	500	6	11,9	
4	50,0	44	500	6	12	
5	50,1	44,1	500	6	12,0	
6	50,7	44,7	500	6	11,9	
7	50,0	44	500	6	12,0	
8	50,6	44,6	500	6	11,8	
9	50,0	44	500	6	12	
10	50,8	44,8	500	6	11,9	

За результатами випробування 10 зразків середня втрата маси склала 12%, що свідчить про можливість віднесення вогнезахисного складу «Зотекс» при тривалій експлуатації (за методикою штучного старіння) до II групи вогнезахисної ефективності.

Таблиця 3.4. - Середні значення втрат маси зразків (свіжий шар) з вогнезахисним покриттям «Зотекс».

Номер зразка	Маса, г		Розхід складу, г/м ²	Втрати маси зразком		Сер. арифм. втрати маси, %
	Перед спаленням	Після спалення		г	%	
1	53,0	49,3	500	3,7	7,0	7,06
2	53,1	49,4	500	3,7	7,0	
3	53,0	49,2	500	3,8	7,2	
4	53,0	49,3	500	3,7	7,0	
5	53,2	49,4	500	3,8	7,1	
6	53,0	49,3	500	3,7	7,0	
7	53,0	49,3	500	3,7	7,0	
8	53,1	49,3	500	3,8	7,2	
9	53,0	49,3	500	3,7	7,0	
10	53,1	49,3	500	3,8	7,1	

За результатами випробування 10 зразків дерев'яних конструкцій середня втрата маси при нанесенні вогнезахисного шару «Зотекс» склала 12%, що свідчить про можливість зарахування до складу до I групи вогнезахисної ефективності.

Слід зазначити, що показники групи вогнезахисної ефективності і часу збереження вогнезахисної ефективності у дослідженого вогнезахисного покриття взаємопов'язані.

Отримані значення часу можна використовувати в якості критерію оцінки вогнезахисної ефективності спучувальних вогнезахисних покриттів, нанесених на реальні будівельні конструкції з деревини, як для свіжих шарів, так і після закінчення різних термінів експлуатації, шляхом зіставлення отриманих при випробуваннях значень часу.

3.6 Результати апробації польової методики визначення вогнезахисної ефективності спучувального покриття нанесеного на дерев'яну будівельну конструкцію

Розроблена польова методика визначення критерію вогнезахисної ефективності спучувального покриття, нанесеного на дерев'яну будівельну конструкцію, пройшла практичну апробацію на об'єкті приватної офісної будівлі.

Будівля являє собою двоповерхову цегляну будову третього ступеня вогнестійкості з несучими зовнішніми стінами, перекриття залізобетонне, дах двосхилий з покрівлею з металевих листів, покладений по дерев'яних кроквах. Площа оброблених конструкцій близько 850 м².

На момент проведення випробувань по визначенню критерію вогнезахисної ефективності термін експлуатації вогнезахисного покриття склав 1 рік при гарантійному терміні експлуатації 5 років. Візуальний огляд перед проведенням випробувань по визначенню критерію вогнезахисної ефективності не виявив ніяких відхилень від вимог норм пожежної безпеки [19, 35].

Таблиця 3.5 - Експериментальні характеристики зразків до нанесення вогнезахисного покриття «Зотекс».

Номер зразка	S поперечного перетину, мм х мм	Глибина вимірюв. темпер., мм	Темпер. зразка, °С		Поведінка зразка
			поверх.	на глибині	
1	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання, поява ознак загорання
2	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,
3	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,
4	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,
5	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,
6	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,
7	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання, поява ознак загорання
8	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання
9	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,
10	80x80	5	600	260	зміна кольору, обвуглювання,

Таблиця 3.6 - Експериментальні характеристики зразків після нанесення вогнезахисного покриття «Зотекс».

Номер зразка	S поперечного переріз., мм х мм	Розхід покр., г/м ²	Глибина вимірюв. темпер., мм	Темпер. зразка, °С		Поведінка зразка
				поверх.	на глибині	
1	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
2	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
3	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
4	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
5	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
6	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
7	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
8	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
9	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання
10	80x80	500	5	600	260	відсутність ознак загорання

В результаті випробувань по визначенню критерію вогнезахисної ефективності за допомогою розробленого польового методу і установки було

визначено середній час вогнезахисної ефективності вогнезахисного покриття «Зотекс» рівне 29 хвилинам, що більше мінімально допустимого часу 25 хвилин; час вогнезахисної ефективності застарілого шару вогнезахисного покриття склав 24 хвилини.

За підсумками випробувань було зроблено висновок, що дерев'яні конструкції були оброблені вогнезахисною сумішшю, термін ефективності якого закінчився.

Після нанесення вогнезахисного покриття «Зотекс» були проведені експерименти по розробленій польовій методиці. В результаті чого визначено ефективність даного покриття (I група) і можливість його подальшої експлуатації, а також проведені випробування по дослідженню його ефективності після штучного старіння. Що дозволило віднести її до II групи ефективності за методикою втрати маси зразків.

3.7 Економічний розрахунок заходів з вогнезахисту дерев'яних конструкцій

Для визначення часу робіт і трудозатрат необхідно визначити чисельне значення параметра, що визначає характер виконуваної конкретної технологічної операції. Економічний розрахунок проводився виходячи з наступних характеристик:

- 1) Розрахунок вартості матеріалів;
- 2) Час, витрачений на перевірку якості дерев'яних конструкцій;
- 3) Визначення трудовитрат.

Продуктивність операцій визначена емпіричним шляхом. При цьому в залежності від фізичного та практичного сенсу продуктивність виражалася нами в одиницях - кількість випробувань / год.

Вартість перевірки якості визначалася розрахунковим шляхом як усереднена за період зарплата робітника, який виконує дану операцію, в годину.

- 1) Розрахунок вартості матеріалів:

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{ос}} \cdot S_{\text{дерев. констр.}}, \quad (3.2)$$

де C_{OC} . - вартість вогнезахисного засобу в упаковці 10 кг, грн

$S_{дерев. констр.}$ - площа дерев'яних конструкцій, m^2

Виходячи з цього: $C_{мат} = 850 m^2 \cdot 500 г / m^2 \cdot 84,8 грн = 36040,0 грн$

2) Час, витрачений на перевірку якості всієї площі дерев'яної конструкції, може бути визначено як:

$$t_{опер} = K_{опер} \cdot S_{опер} / Пр_{опер}, \quad (3.3)$$

де $Пр_{опер}$ - продуктивність операції в годину, кількість випробувань / год

$S_{опер}$ - площа дерев'яних конструкцій, m^2

$K_{опер}$ - коефіцієнт складності даної операції, який в нашому випадку дорівнює 1.

Виходячи з цього отримуємо.

1) Час, розрахований на перевірку якості дерев'яних конструкцій за існуючою методикою

$$t_{опер} = 1 \cdot 850 m^2 / 10 \text{ випробувань / год} = 85 \text{ годин}$$

2) Час, розрахований на перевірку якості дерев'яних конструкцій за вдосконаленою польовою методикою:

$$t_{опер} = 1 \cdot 850 m^2 / 60 \text{ випробувань / год} = 14,16 \text{ годин}$$

Отже, час, витрачений на перевірку якості всієї площі дерев'яних конструкцій досліджуваного об'єкта, за різними методиками різняться в 6 разів.

3) Основою алгоритму визначення трудовитрат є вартість ставки робітника (в даному випадку працівника організації, що має ліцензію на проведення робіт з вогнезахисту та перевірку якості вогнезахисного покриття), розрахованого на 1 годину роботи в день. У нашому випадку ставка робітника дорівнює 250 грн / год.

$$Z_{заг.} = T \cdot Z_{з.п.} + Z_{наклад. витрати} + Z_{мат.} + Z_{установки}, \quad (3.4)$$

де $Z_{заг.}$ - вартість перевірки якості дерев'яних конструкцій, грн.

$Z_{з.п.}$ - заробітна плата працівника, грн / год

$Z_{наклад. витрати}$ - вартість витрат на перевезення та ін., грн.

$$Z_{наклад.} = (Z_{з.п.} + Z_{мат.}) \cdot 0,4, \quad (3.5)$$

де $Z_{мат.}$ - вартість вогнезахисного покриття, грн.

$Z_{установки}$ - вартість установки з використанням електрообігрівача, грн.

t - час, необхідний для проведення перевірки якості дерев'яних конструкцій, годину

1) Розрахунок загальної вартості для існуючої методики:

$$Z_{\text{заг.}} = 85 \text{ годин} \cdot 250 \text{ грн. / год} + (12100 + 20521,6) \cdot 0,4 + 36040 = 21\,250 + 13048,64 + 36040 = 70338,61 \text{ грн}$$

2) Розрахунок загальної вартості по польовій методиці:

$$Z_{\text{заг.}} = 14,16 \text{ годин} \cdot 250 \text{ грн. / год} + (12100 + 20521,6) \cdot 0,4 + 36040 = 3540 + 13048,64 + 36040 = 52\,628,64 \text{ грн}$$

При розрахунку трудовитрат береться до уваги те, що тривалість робіт залежить від кваліфікаційного рівня виконавців.

Виходячи з наведених розрахунків, $Z_{\text{заг. іст.}} > Z_{\text{заг. польова. мет.}}$ на 17 710 грн, що свідчить про те, що запропонована методика по перевірці якості дерев'яних конструкцій економічно доцільна, так як підтверджується її економічна ефективність в умовах великих площ дерев'яних конструкцій.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Основні законодавчі акти України з охорони праці

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Інші нормативні акти мають відповідати не тільки Конституції та іншим законам України, але, насамперед, цьому Законові.

Відповідно до Конституції України, Закону України «Про охорону праці» та Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування у 1999 р. було прийнято Закон України «Про

загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей закон визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального

страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

4.1.2 Охорона праці і техніка безпеки при будівництві в стиснених умовах

Правильна організація охорони праці під час виконання робіт в умовах існуючої забудови є надзвичайно важливим питанням через специфіку виконуваних робіт.

Земляні роботи в зоні діючих підземних комунікацій слід виконувати тільки під безпосереднім керівництвом виконроба або майстра, а в охоронній зоні електричних кабелів, які знаходяться під напругою, або діючого газопроводу, крім того, - під наглядом працівників електро або газового господарства.

При механізованій розробці котловану потрібно керуватися технологічною картою. Щоб виключити можливість обвалення укосів котловану треба розташовувати техніку і вантажі за межами призми обвалення ґрунту. Людям слід спускатися в котлован по спеціально встановлених для цього сходах, або по з'їздах для бульдозерів. Засипку котловану бульдозером слід починати після дозволу виконавця робіт. Крім того, потрібно ретельно стежити за станом існуючих конструкцій. У разі виникнення найменших ознак їх деформування чи руйнування усі земляні роботи слід негайно припинити.

До монтажу та виконання робіт з складування і стропування збірних елементів робочі допускаються тільки після вступного інструктажу. Для виконання висотних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старших 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Змонтовані міжповерхові перекриття та покриття повинні бути огорожені до початку наступних робіт. Усі сигнали подає тільки одна особа, крім сигналу "Стій!", який може подавати будь-який працівник, помітивши явну небезпеку.

При встановленні опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус встановлюється тільки після закріплення нижнього. Щодня перед початком укладання бетону необхідно перевіряти стан опалубки, у разі виявлення пошкоджень їх слід негайно усунути. Розбирати опалубку після досягнення бетоном заданої міцності можна тільки з дозволу виконавця робіт. Отвори в перекриттях або покриттях, що залишаються після зняття опалубки слід огороджувати.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщувати їх за струмопідвідні дроти не допускається, а при перервах у роботі і переходах з одного місця на інше вібратори слід вимикати. У процесі вібрування бетонної суміші через кожні 30 ÷ 35 хвилин вібратор вимикають на 5 ÷ 7 хвилин для охолодження. Корпуси вібраторів необхідно заземлювати, працювати з ними дозволяється тільки в гумових рукавичках і чоботах. Мити водою не рекомендується.

Зона електропрогрівання бетону повинна бути огорожена, у нічний час освітлена, мати світлову сигналізацію, що включається при подачі напруги в мережу обігріву. Перебування людей і виконання ними будь-яких робіт в цій зоні без відповідних засобів захисту не допускається. Підключення нагрівальних проводів, заміри температури бетону технічними термометрами проводиться при відключеній напрузі.

Не допускається користуватися відкритим вогнем в радіусі 50 м від місця застосування і складування матеріалів, які вміщують легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини. лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні та інші матеріали, які виділяють вибухонебезпечні й шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях в кількостях, що не перевищують змінну потребу.

4.2 Цивільний захист

4.2.1 Законодавство України про цивільну оборону

Кодекс цивільного захисту України регулює відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, та визначає повноваження органів державної влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

Кодекс цивільного захисту України складається з десяти розділів.

У першому розділі кодексу говориться, що цивільний захист - це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

Цивільний захист забезпечується з урахуванням особливостей, визначених Законом України "Про основи національної безпеки України", суб'єктами, уповноваженими захищати населення, території, навколишнє природне середовище і майно, згідно з вимогами Кодексу цивільного захисту - у мирний час, а також в особливий період - у межах реалізації заходів держави щодо оборони України. Координацію діяльності органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту у межах своїх повноважень здійснюють: Рада національної безпеки і оборони України; Кабінет Міністрів України.

4.2.2 Вимоги до евакуації відвідувачів при пожежах

У будівлях і спорудах на випадок виникнення пожежі необхідно передбачати евакуаційні шляхи і виходи.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- з приміщень першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень інших поверхів в сходову клітку (безпосередньо, зокрема через хол або через коридор), яка має мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відокремлений від примикаючих коридорів перегородками з дверима;
- з приміщень в сусіднє приміщення в тому ж поверсі, забезпечене вказаними вище виходами.

В спортивних комплексах у багатьох випадках один евакуаційний вихід призначений для відвідувачів, інший – для обслуговуючого персоналу. Тамбури виходів не можна використовувати для торгівлі і зберігання (навіть тимчасового) будь-яких матеріалів та інвентаря.

На шляхах евакуації і в торгових залах передбачається аварійне освітлення. Підприємства торгівлі і громадського харчування, бази і склади мають бути забезпечені знаками безпеки.

Ширина евакуаційних проходів, протяжність шляхів евакуації, кількість і ширина евакуаційних виходів (дверей) визначаються розрахунковим шляхом.

Відстань по проходам від найвіддаленішої точки залу до виходу на евакуаційну сходову клітку або назовні слід приймати не більше 25м.

У разі неможливості виконати цю вимогу евакуаційні виходи розташовують по периметру залу з розрахунку один вихід на 100 чол. Відстань між виходами має бути не більшою 50 м. У залах двері для входу і виходу з нього необхідно влаштовувати в різних кінцях залу.

Для площі приміщень понад 300 м² кількість виходів з них повинна бути, як правило, не менше двох.

Місткість залів приймається з розрахунку не менше 1,35 м² на одну людину, в будівлях I і II ступеня вогнестійкості, необхідний час евакуації приймається 6 хв., в будівлях III і IV ступеня вогнестійкості – 4 хв., V ступеня – 3 хв.

Плани (схеми) евакуації людей на випадки виникнення пожежі мають бути розроблені і вивішені на видних місцях в будівлях і спорудах (окрім житлових будинків), які мають два поверхи і більше, якщо одночасно перебувають на поверсі більше 25 чоловік.

Забезпечення безпечної евакуації людей з будівлі досягнуто наступним чином:

- Відповідністю розмірів і числа шляхів евакуації і виходів вимогам норм;
- Забезпечення нормального ритму і організованого руху людей;
- Незадимлюваність шляхів евакуації;
- Двері евакуаційних виходів і інші двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі.

ВИСНОВОК

Основні результати роботи зводяться до наступного:

- проведено аналіз механізму вогнезахисної дії спучувальних покриттів та методів визначення їх вогнезахисних властивостей. Було з'ясовано, що найбільш ефективним варіантом вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій є нанесення на їх поверхню спучувальних покриттів;
- виявлено методику для дослідження поведінки вогнезахисних спучувальних покриттів, нанесених на дерев'яні конструкції, при нагріванні в лабораторних умовах. Найбільш прийнятною ознакою для оцінки вогнезахисної ефективності є нагрів зразка на глибині 5 мм до температури 260 °С;
- визначено значення мінімального часу, при якому вважається, що випробовуване вогнезахисне покриття володіє необхідною вогнезахисною ефективністю і можливістю його подальшого використання при нормативному терміні експлуатації такого покриття та по його завершенні

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Воронин В.П. Правила применения огнезащитных покрытий строительных конструкций зданий и сооружений. – Москва: Логос, 2009. - 267 с.
2. ГОСТ 16363-98. Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей. К.: Держстадарт, 1998. - 10 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-38-95 Матеріали і вироби теплоізоляційні. Методи випробувань К.: Держкоммісто- будування, 1997. - 20 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-244:2010 Вироби з деревини і деревинних матеріалів. Покриття лакофарбові. Класифікація і позначки. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 21 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-217:2016 Настанова з проектування будівельних конструкцій з цільної і клеєної деревини. К.: Мінрегіон України, 2016. -35 с.
6. ДСТУ 4479:2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробування. К.: Мінрегіон України, 2005. -38 с.
7. ДСТУ Б В.1.1-18:2007 Захист від пожежі. Споруди та фрагменти будівель. Метод натурних вогневих випробувань. Загальні вимоги. К.: Мінрегіонбуд України, 2007. 25 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-19-95 Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість . К.: Держкоммісто- будування, 1995. - 25 с.
9. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Зі зміною №1.. К.: Держкоммісто- будування, 1998. - 35 с.
10. ДСТУ Б В.1.1-2-97 Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість. К.: Держкоммісто- будування, 1997. - 34 с.
11. ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення. К.: Держкоммісто- будування, 1999. - 15 с.

12. ДСТУ Б В.1.1-10:2004. Захист від пожежі. Матеріали будівельні. Метод випробувань на поширення полум'я по вертикальних поверхнях у горизонтальному напрямку. К.: Держкоммісто- будування, 2005. - 25 с.
13. ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 30 с.
14. Корольченко А.Я. Процессы горения и взрыва. – Москва: Альтернатива, 2007. - 266 с.
15. Корольченко О.Н. Влияние средств огнезащиты на пожарную опасность древесины. – Москва: Логос, 2010. - 221 с.
16. Кудаленкин В.Ф. Пожарная профилактика в строительстве. – Москва: Просвещение, 2010. - 281 с.
17. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Миронов М.П., Пазникова С.Н. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. - Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 274 с.
18. ТУ У 24.6-33257728-001:2009 Засіб вогнебіозахисний «Зотекс». Технічні умови.
19. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – с. 53.
20. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення. К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – с. 92.
21. Способы и средства огнезащиты древесины: Руководство. М.: ВНИИПО, 1999. - 50 с.
22. Страхов В.Л., Гаращенко А.Н., Крутов А.М. Комбинированная огнезащита//Еврострой. - 1998. - №2. - С. 24-25.
23. Страхов В.Л., Гаращенко А.Н., Рудзинский В.П. Математическое моделирование работы и определение комплекса характеристик вспучивающейся огнезащиты// Пожаровзрывобезопасность. - 1997. - №3. - С. 21-30.

24. Страхов В.Л., Гаращенко А.Н., Крутов А.М. Оптимизация огнезащиты строительных конструкций// Пожаровзрывобезопасность. – 1997. - №1. - С. 26-35.

25. Ямщикова С.А. Повышение огнезащитной способности вспучивающихся покрытий для объектов. - Уфа: Развитие, 2010. - 321 с.