

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

**до кваліфікаційної роботи  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти**

на тему: Підвищення вогнезахисту деревини за рахунок використання  
антипіренів

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу за  
другим (магістерським) рівнем вищої освіти,  
групи ЗМХТ-19  
галузі знань (освітньо-професійної програми)  
16 «Хімічна та біоінженерія»  
«Радіаційний та хімічний захист»  
Вадим МИХАЙЛОВСЬКИЙ

Керівник: Андрій ШАРШАНОВ

Рецензент: Дмитро ДУБІНІН

**Харків – 2021 року**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) Оперативно-рятувальних сил  
Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології  
Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»  
Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»  
(назва)  
Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»  
(назва)  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри СХтаХТ  
полковник служби цивільного захисту  
к.т.н., доцент

Олена ТАРАХНО

“ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Михайловському Вадиму Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення вогнезахисту деревини за рахунок використання антипіренів керівник роботи Шаршанов Андрій Янович, д.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУЦЗУ України від “22” лютого 2021 року №28

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: кисневий індекс зразків деревини з сосни, при оброблені індивідуальними антипіренами; показники кисневого індексу при комбінації антипіренів; концентрація індивідуальних антипіренів; показники опору зразків деревини з сосни без вогнезахисту та з вогнезахистом

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Літературний огляд та аналіз сучасного стану питання вогнезахисту деревини та контролю її наявності

2. Оцінка показників кисневого індексу зразків деревини

3. Визначення наявності ВЗС на будівельних виробках з деревини

4. Охорона праці під час захисного оброблення деревини антипіренами

5. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень / слайдів)

1. Титул – 1 слайд.

2. Мета роботи та завдання – 1 слайд.

3. Класифікація вогнезахисних засобів – 3 слайди.

4. Види вогнебіозахисних речовин та вибір найактивніші антипірени які використовуються для вогнезахисту – 2 слайди

5. Вибір породи деревини для проведення досліджень – 1 слайд

6. Дослідження кисневого індексу матеріалу, результати досліджень – 3 слайди

7. Розробка дослідної установки та результати досліджень – 2 слайди

8. Висновки – 1 слайд.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Дейнека В.В. доцент кафедри СХтаХТ		

7. Дата видачі завдання 23.02.2021р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.02.2021	
2	Аналіз сучасних засобів вогнезахисту деревини	01.03.2021	
3	Аналіз хімічних речовини, які є компонентами ВЗС	08.03.2021	
4	Аналіз методів контролю наявності ВЗС на деревині	10.03.2021	
5	Вибір матеріалу для проведення експериментальних досліджень	12.03.2021	
6	Наведення методики оцінки кисневого індексу вибраної деревини	21.03.2021	
7	Проведення відповідних досліджень з визначення кисневого індексу антипіренів	29.03.2021	
8	Аналіз проведених експериментів та визначення структури перспективного вогнезахисного складу	06.04.2021	
9	Проведення експериментальних досліджень щодо визначення кисневого індексу обраного вогнезахисного складу та визначення їх концентрації	14.04.2021	
10	Розробка перспективного методу визначення наявності ВЗС та проведення експериментів на вогнезахист деревини	23.04.2021	
11	Охорона праці під час захисного оброблення деревини антипіренами	28.04.2021	
12	Оформлення пояснювальної записки	29.04.2021	
13	Відправлення кваліфікаційної роботи на рецензування	10.05.2021	
14	Подання кваліфікаційної роботи на допуск до захисту	17.05.2021	
15	Захист кваліфікаційної роботи	21.05.2021	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Вадим МИХАЙЛОВСЬКИЙ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Андрій ШАРШАНОВ

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
Глава 1 ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА КОНТРОЛЮ ЇЇ НАЯВНОСТІ .....	7
1.1 Аналіз сучасних засобів вогнезахисту деревини .....	7
1.2 Хімічні речовини, які є компонентами ВЗС .....	20
1.3. Методи контролю наявності ВЗС на деревині .....	24
Висновок до розділу .....	31
Глава 2 ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ КИСНЕВОГО ІНДЕКСУ ЗРАЗКІВ ДЕРЕВИНИ .....	32
2.1 Вибірка матеріалу для ВЗС та вибір деревини для проведення дослідження .....	32
2.2 Методика оцінки кисневого індексу речовин і матеріалів .....	35
2.2 Визначення ефективності індивідуальних антипиренов при поверхневій просочення деревини .....	39
2.3 Розробка сумішевого ВЗС і оцінка його вогнезахисної ефективності .....	47
2.3.1 Структура перспективної вогнезахисної композиції .....	48
2.3.2 Визначення оптимальних концентрацій індивідуальних антипіренів в просочувальних розчинах.....	49
2.3.3 Значення КІ для деревини, обробленої різними ВЗС .....	49
Глава 3 ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ ВЗС НА БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБАХ З ДЕРЕВИНИ.....	56
3.1 Розробка методу визначення наявності ВЗС на будівельних виробах з деревини .....	56
3.2 Прилад для визначення наявності ВЗС на деревині .....	58
Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ЗАХИСНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ АНТИПІРЕНАМИ.....	63

					<b>НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9</b>			
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Разробив	Михайловський В.І				Підвищення вогнезахисту деревини за рахунок використання антипіренів	Літ	Арк..	Аркушів
Перевірив	Шаршанов А.Я.						3	
Н. Контр	Скородумова О.Б.				<b>ЗМХТ-19</b>			
Затверд	Гарахно О.В.							

4.1 Загальні положення.....	63
4.2 Правила техніки безпеки під час проведення захисного оброблення деревини .....	67
ВИСНОВОК.....	72
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ .....	73

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

## Вступ

**Актуальність проблеми.** На сьогоднішній день одним з найбільш поширених будівельних матеріалів є деревина і її види. Деревина, як будівельний матеріал, знаходить широке застосування завдяки високим фізико-механічним й експлуатаційним властивостям. Однак, одним з основних недоліків деревини є її горючість.

Найбільш істотним недоліком деревини і матеріалів на її основі є висока пожежна небезпека. На підставі нормативних документів, а також світового дослідницького досвіду можна сказати про те, що необхідний рівень пожежної безпеки будівельних матеріалів і виробів можна забезпечити за допомогою засобів конструктивної вогнезахисту, до яких в тому числі відносяться вогнезахисні засоби (далі - ВЗС) і вогнебіозахисні склади ( далі - ВБЗС) для поверхневої і глибокої просочення виробів з деревини. При цьому слід зазначити той факт, що незважаючи на безліч розробок в даній області, відсутній єдиний підхід до питань, пов'язаних з обґрунтуванням використання різних антипіріруючих складів. Так, вони при використанні спучуються на покритті, за рахунок чого забезпечується значне зниження пожежної небезпеки деревини, але не забезпечується стійкість матеріалу до біодеструкції. Глибоке просочування деревини підвищує її стійкість до впливу небезпечних факторів пожежі (далі - НФП) і біологічного руйнування, але для реалізації на практиці вимагає використання великогабаритного, енерговитратного і дорогого обладнання (ванн, автоклавів та ін.). Поверхневе просочування деревини ВЗС забезпечує глибину проникнення, необхідну для вогнезахисту матеріалу. Така технологія відрізняється простотою реалізації на практиці і є найбільш прийнятною для масового використання.

Також варто відзначити, що вплив окремих компонентів ВЗС на пожежну небезпеку деревини практично не вивчено. Це не дозволяє реалізувати підхід при розробці та оптимізації складів, призначених для зниження пожежонебезпечних характеристик деревини та будівельних матеріалів на її основі.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		5

Ще одним важливим питанням, пов'язаним з використанням вогнезахисних складів, є визначення наявності антипіренів на дерев'яних конструкціях при здійсненні нагляду за дотриманням вимог пожежної безпеки, а також при розслідуванні пожеж. Існуючі методики складні, вимагають великих витрат часу і ручної праці, а також орієнтовані на використання дорогих приладів. Простіші пристрої можна віднести до приладів експрес-контролю, а їх можливості не відповідають сучасним вимогам. Дійсність вимагає від подібних пристроїв високої продуктивності, надійності і простоти використання.

**Метою роботи** є підвищення вогнезахисту деревини за рахунок використання антипіренів та розробити експрес метод для контролю наявності ВЗС на деревині.

Для досягнення поставленої мети ставляться такі завдання:

- 1) визначити найбільш поширені індивідуальні антипірени, що використовуються в рецептурі ВЗС і оцінити їх вогнезахисну ефективність;
- 2) розробити пристрій контролю наявності ВЗС на будівельних виробках з деревини.

**Новизна роботи** полягає в тому, що:

- 1) експериментально встановлено значення кисневого індексу деревини, що пройшла вогнезахисну обробку індивідуальними антипіренами;
- 2) запропонований метод неруйнівного контролю наявності ВЗС на будівельних виробках з деревини.

**Структура і обсяг роботи.**

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає в себе 59 найменувань, а також додатки. Робота викладена на 77 сторінках машинописного тексту, містить 18 рисунків і 29 таблиць.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		6

# Глава 1 ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА КОНТРОЛЮ ЇЇ НАЯВНОСТІ

## 1.1 Аналіз сучасних засобів вогнезахисту деревини

Деревина - унікальний природний матеріал, широко відомий завдяки своїм цінним властивостям. Деревина застосовується в таких сферах і галузях народного господарства, як отримання теплової енергії та різноманітних хімічних речовин, виготовлення товарів народного споживання. Привабливість деревини пояснюється поновлювані ресурсу, легкістю механічної обробки, екологічністю і широкою доступністю.

Однією з галузей застосування деревини є будівництво будівель різного призначення, в тому числі і в житловому фонді. До сих пір в нашій країні при будівництві більшості будівель і споруд використовуються ті чи інші елементи, виконані з дерева. Будинки житлового фонду, особливо, приватні домоволодіння, часто виконуються більш ніж на 70% з деревини та матеріалів на її основі. Деревина через хороші вагові властивості і високу теплоізоляційну здатність завжди привертала до себе увагу будівельників. Сьогодні в світі розвиваються нові технології виробництва і застосування конструкційних матеріалів з цільної деревини, що відкриває перспективи будівництва будівель та споруд різного призначення [1].

В даний час одним з перспективних напрямків розвитку сфери дерев'яного будівництва є пошук шляхів зниження пожежної небезпеки будівель і споруд з деревини, а також їх окремих конструктивних елементів [1].

Згідно тенденціям розвитку дерев'яного домобудівництва в Україні, за період до 2021 року обсяг будівництва будівель і споруд з деревних матеріалів повинен збільшитися приблизно на чверть. Цьому сприяє в тому числі розробка нових технологій підвищення довговічності дерев'яних конструкцій. Роботи в цьому напрямку ведуться протягом останніх десятиліть в Україні і за її межами [1].

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		7



Проблема забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд, а також людей, які в них знаходяться, залишається однією з найактуальніших завдань сучасності.

Внаслідок пожеж, які знищували населені пункти, забудовані переважно будинками, будівлями з горючих матеріалів, виникала необхідність знизити їх пожежну небезпеку, замінити більш вогнестійкими. У зв'язку з цим фактом довгі роки проводиться пошук ефективних засобів і способів зниження пожежної небезпеки виробів з деревини.

Історія проведення робіт щодо цілеспрямованого зниження пожежної небезпеки органічних матеріалів почалася на початку XVIII століття. Щоб знизити ризик займання целюлозних матеріалів (в тому числі і готових дерев'яних будівельних виробів) їх просочували або обмазували речовинами мінерального походження. Після пожежі міста Москви 1812 року на державному рівні була введена заборона на будівництво дерев'яних будинків, а експлуатовані будинки з колодяними стінами повинні були обштукатурюватимуться глиною [2]. Також пожежну небезпеку дерев'яних будівельних виробів знижували шляхом нанесення на їх поверхню вапняного розчину.

У 1930-х роках питання вогнезахисту будівельних матеріалів та виробів в СРСР почали вирішувати на науковій основі. Дослідженнями в цій галузі займався хімічний відділ Центральної науково-дослідної лабораторії (ЦНДЛ НКВД СРСР, 1929 рік), який пізніше перейшов в структуру Центрального НДІ протипожежної оборони (1937 рік). Після розпаду СРСР і утворення держави Україна ця робота перейшла до Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки, а далі до Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту [2].

Правильне і своєчасне застосування вогнезахисту здатне забезпечити запобігання загоряння, уповільнити або припинити розвиток пожежі на початковій стадії, забезпечити його локалізацію, знизити вплив НФП і сприяє швидкій ліквідації пожежі.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
						8
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Незважаючи на складність вибору і застосування ВЗС для деревини, вони знаходять все більш широке застосування. Практика показує, що додаткові витрати на обробку деревини окупаються.

Головними завданнями застосування ВЗС в ході вогнезахисних робіт по деревині є забезпечення незаймистість від слабких джерел запалювання, максимальне уповільнення розповсюдження полум'я матеріалом по поверхні на ранніх стадіях розвитку пожежі.

Сучасні засоби вогнезахисту будівельних конструкцій класифікуються згідно [3] (рис. 1-4).

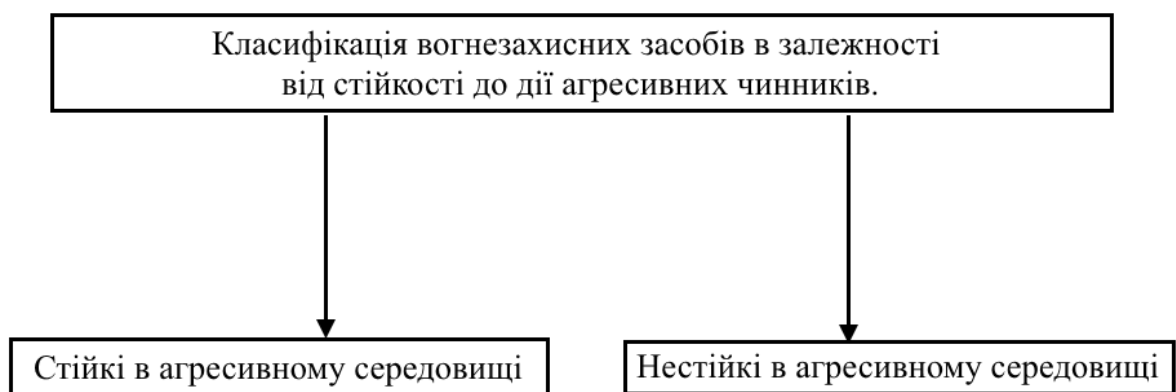


Рис. 1.1 – Класифікація вогнезахисних засобів в залежності від стійкості до дії агресивних чинників [3].

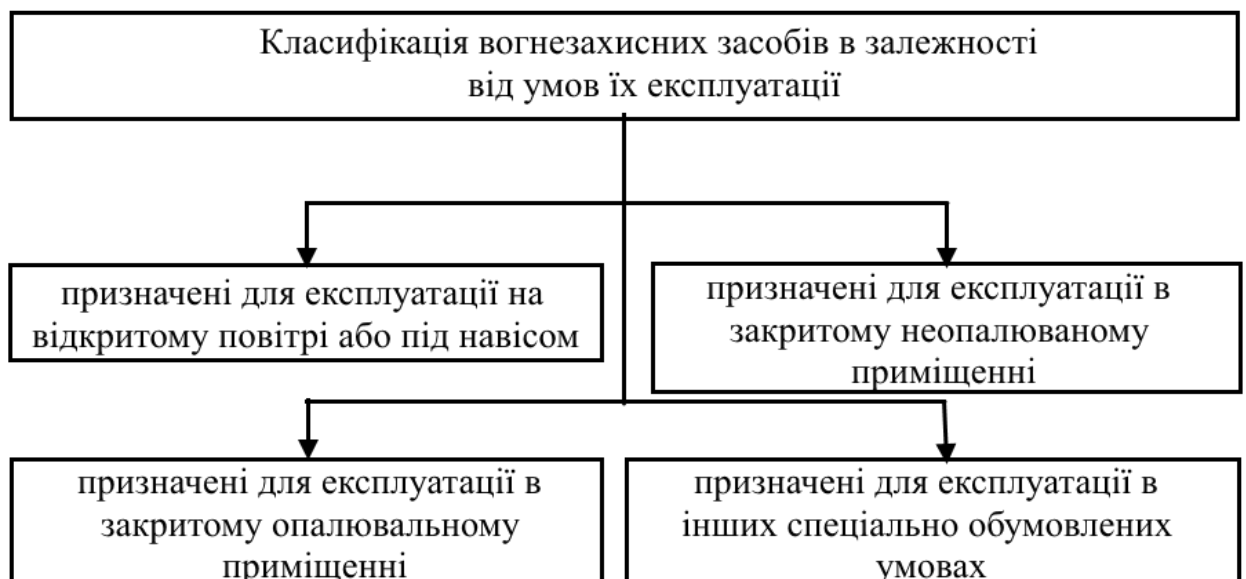


Рис. 1.2 – Класифікація вогнезахисних засобів в залежності від умов їх експлуатації [3].

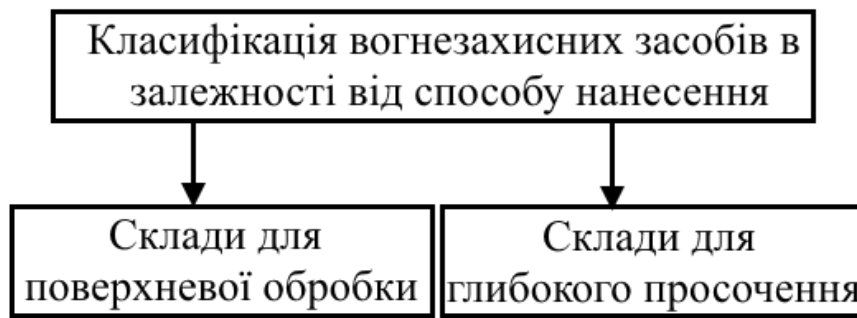


Рис. 1.3 – Класифікація вогнезахисних засобів в залежності від способу нанесення [3]

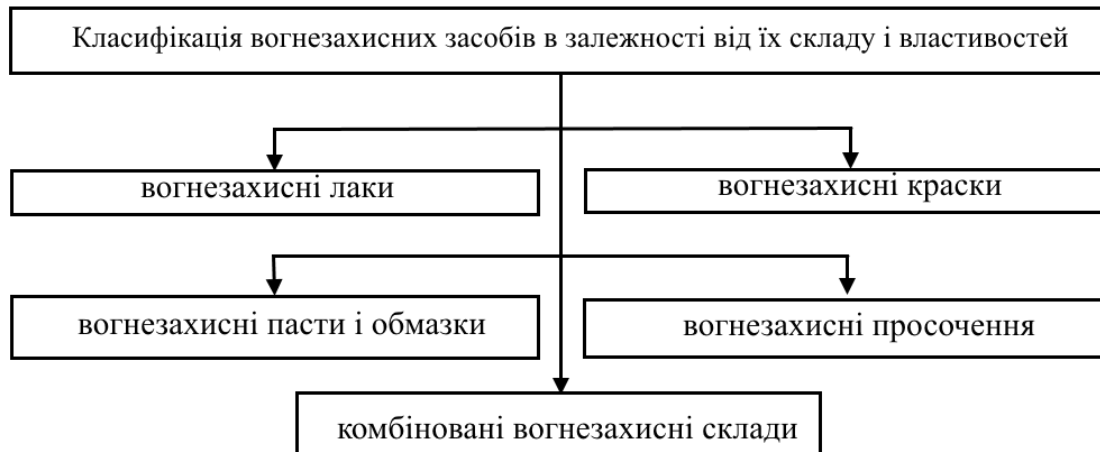


Рис. 1.4 – Класифікація вогнезахисних засобів в залежності від їх складу і властивостей

Вогнезахисні покриття являють собою речовини пастоподібної консистенції. Пасти, обмазки, лаки, фарби сприяють значному зниженню пожежної небезпеки деревини, при цьому не забезпечується стійкість матеріалу до біодеструкції, а також не зберігається зовнішній вигляд матеріалу.

Для того, щоб деревина після обробки не втратила природний вигляд, її захищають шляхом просочування. Застосування ВБЗС для глибокого просочення ефективно знижує пожежну небезпеку дерев'яних конструкцій і підвищує стійкість деревини до біологічного пошкодження. Також варто

відзначити, що глибоке просочення є трудомістким і технологічно складним процесом, що вимагає застосування великогабаритного і енерговитратного обладнання.

Існують наступні технології просочення деревини захисними засобами: просочення під тиском, автоклавно-дифузійне просочення, просочення в ванні і поверхневе просочення [4].

Просочення під тиском є ефективною, але тільки для плит, виготовлених із застосуванням водостійких фенолформальдегідних сполучних. Деревина в процесі просочення набухає і необоротно деформується, а самим зменшується час сушіння плит робить процес просочення нерентабельним.

Автоклавно-дифузійний метод просочення полягає в нанесенні на деревину суміші антипірену і добре набухає клейкої речовини. Недолік цього методу - велика тривалість процесу просочення (близько 140 діб) [4].

Просочення в ванні ведуть в ємностях методом гарячо-холодних ванн. Недоліком даного методу є погана сприйнятливність ядра деревини до просочення, а також обмежена можливість регулювання кількості введеного ВЗС і велика тимчасова протяжність процесу.

Поверхневе просочування деревини антипіренами дозволяє якісно знизити пожежну небезпеку матеріалу. Відмінною особливістю такого виду захисту є те, що просочення працюють не тільки в початковій стадії пожежі, а й в умовах розвитку пожежі. Суть методу поверхневого просочення полягає в нанесенні просочуваного розчину на дерев'яні конструкції (кілька нанесень з проміжною сушкою) [4].

В даний час для вогнезахисту будівельних конструкцій використовуються десятки найменувань просочень. Їх основним недоліком є недовговічність вогнезахисної дії (як правило, не більше 1 року) [4].

Застосування різних способів вогнезахисту забезпечує не тільки пожежну безпеку дерев'яних елементів будівель і споруд, а й значний і довготривалий економічний ефект.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		11

Відповідно до проведених досліджень, застосування багатьох з розроблених в ХХ столітті ВЗС для просочення і покриття матеріалу не дозволяло перевести деревину з групи горючих в групу важкогорючих матеріалів. В цей же час до групи важкогорючих ставилися матеріали та вироби, піддані глибокому просочуванню в автоклавах, а також захищені інтумесцентніе вогнезахисними фарбами та лаками. Так, вогнезахисна фарба ВПД забезпечувала перехід покритої деревини в групу важкогорючих матеріалів [2].

В останні роки інтумесцентні ВЗС стали поширені в багатьох країнах. Однією з причин цього явища стало те, що подібні склади в умовах пожежі утворюють на поверхні матеріалу дрібнопористий вугільний шар, який знижує темпи окислення і прогріву деревини. При спученні сполучна розм'якшується з одночасним розкладанням антипіренів і газоутворень, а також з поглинанням тепла, що й обумовлює вогнезахисні властивості інтумесцентніе покриття.

Особливо популярним даний напрямок робіт з вогнезахисту дерев'яних матеріалів стало за кордоном. Іноземні вчені в своїх працях наводять дані про результати вогневих випробувань і термо аналітичних досліджень вогнезахисних інтумесцентніе покриттів, а також розробляють проблему модернізації даного виду конструктивного вогнезахисту. Сьогодні можна виділити дві головні тенденції: хімічна модернізація покриттів [5] захист деревини шляхом застосування шарів негорючого матеріалу [6, 7].

В даний час серед організацій, що надають послуги в галузі забезпечення пожежної безпеки, а також власників будівель і споруд, побудованих із застосуванням виробів з деревини, широко поширені такі способи вогнезахисту, як глибока і поверхневе просочення ВЗС. Як правило, дані склади являють собою багатокомпонентні системи, кожна зі складових таких систем виконує свою функцію при введенні в конструкцію. В основній масі просочувальні вогнезахисні засоби є розчини хімічних солей у водному середовищі або органічних розчинниках. Варто відзначити, що просочувальні засоби, що

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		12

містять органічні розчинники, можуть негативно впливати на пожежну небезпеку деревини внаслідок своєї природної горючості. Крім того, такі інгредієнти при впливі НФП і в нормальних умовах здатні згубно впливати на здоров'я людини, тому сольові вогнезахисні засоби з водою в ролі розчинника набагато більш підходять для масової експлуатації, ніж аналогічні засоби, що містять органічні компоненти.

Додання полімерних матеріалів, до яких відноситься в тому числі деревина, поліпшених властивостей чинити опір впливу відкритого полум'я і високих температур може бути здійснено різними способами, диференціюється як по хімічному процесу, так і за технологічним рішенням.

Однак ефективних і екологічно безпечних вогнезахисних складів, які б забезпечували отримання полімерних матеріалів з стійкими до різних впливів властивостями вогнезахисту і не змінювали при цьому вихідні фізико-хімічні властивості волокон, практично не існує. Наприклад, закордонні фосфор і азотомісткі вогнезахисні склади Пробан і Піроватекс, реалізовані на українському ринку, дозволяють отримувати вогнезахисний матеріал при утриманні в них не більше 15% синтетичного волокна. Однак продукти горіння оброблених цими матеріалами характеризуються високою токсичністю.

Досить ефективні вогнезахисні склади, що випускаються фірмами США і Ізраїлю, являють собою суміші екологічно небезпечних галогенорганічних з'єднань і оксидів важких металів як каталізаторів процесу, проте введення оксидів призводить до того, що вогнезахисні полімерні матеріали стають гетерогенними (неоднорідними). При поверхневій обробці деревини гетерогенність спостерігається в просочувальному розчині, тому що оксиди є твердими нерозчинними в воді речовинами [8-12].

Варто відзначити, що ВЗС для обробки дерев'яних конструкцій по ефективності вогнезахисту підрозділяється на три групи [13]:

- 1) I група - забезпечує отримання важкогорючої деревини;
- 2) II група - забезпечує отримання важкозаймистої деревини;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		13

3) III група - не забезпечує вогнезахист деревини.

Сьогодні ринок наповнений засобами захисту деревини різного ступеня ефективності, виробництво подібних складів налагоджено майже в кожному регіоні України. Нижче подано короткі характеристики застосовуваних у нашій країні засобів захисту деревини від пожежі.

ВБЗС КОМПОЗИТ - склад для комплексного захисту деревини, що надає матеріалу I групу вогнезахисної ефективності (важкозаймиста деревина). ВБЗС КОМПОЗИТ застосовується для зовнішніх і внутрішніх вогнезахисних робіт на нових і раніше оброблених антипіреном або антисептиком дерев'яних елементах: кроквах, балках, несучих горищних дерев'яних конструкціях, обрешітки, перекриттях, обшивці, перегородках, стінах і інших пиляних, струганих, рублених конструкціях в будинках житлового, суспільного, виробничого і сільськогосподарського призначення. Склад надійно оберігає деревину від гниття, загоряння, поширення полум'я, цвілі, синяви та комах-шкідників на зовнішніх і внутрішніх дерев'яних елементах будівель і споруд, в умовах гігроскопічного та конденсаційного зволоження без контакту з ґрунтом, впливу атмосферних опадів, ґрунтової вологи. ВБЗС КОМПОЗИТ збільшує термін служби виробів в 2-3 рази, не перешкоджає диханню деревини та не викликає корозію. Витрата - від 150 г / м<sup>2</sup>. Для забезпечення I групи вогнезахисту – 230 г / м<sup>2</sup>.

ВБЗС «Пірілакс» забезпечує I і II групи вогнезахисної ефективності деревини при низькій витраті, показники пожежної небезпеки обробленої деревини.

Ефект антисептика дозволяє захистити матеріал від деревозабарвлюючих і цвілевих грибів, жука-древоточця. Варто також відзначити, що ВБЗС «Пірілакс» є просоченням-консервантом: захищає деревину від ветшання, знижує розтріскування матеріалу.

Універсальний ВЗС СГК-1 призначений:

1) для захисту від пожеж об'єктів промислового, народногосподарського та культурно-масового комплексів, а також сховищ і складів;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
						14
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2) для підвищення вогнестійкості несучих металоконструкцій (балок, колон, ригелів, сендвіч-панелей і т.д.), протипожежних дверей, воріт, сейфів, повітровоодів і трубопроводів;

3) для захисту від загоряння транспортних засобів, рухомого залізничного складу, цистерн та ін .;

4) для вогнезахисту деревини, а також матеріалів (брзенту) і конструкцій на її основі;

ВЗС СГК-1 забезпечує вогнезахисну ефективність деревини і конструкцій на її основі. Межа поширення вогню по поверхні конструкцій з дерева і фанери - не більше 20 см. Забезпечує I групу вогнезахисту деревини при витраті складу 500 г / м<sup>2</sup>. Втрата маси зразків деревини при вогневому випробуванні менш 2%.

ВЗС «АРГУСПРОФІТ» являє собою водні розчини антипіренів, які розкладаються при високих температурах і виділяють газ, який пригнічує горіння. Склад забезпечує першу і другу групи вогнезахисної ефективності в залежності від розходу: I група - 250 г / м<sup>2</sup>, II група - 150 г / м<sup>2</sup>.

Для проведення досліджень, описаних в даній роботі, вогнебіозахисний склад вибиралися на основі проведеного аналізу протоколів випробувань з оцінки якості вогнезахисної обробки горищних (дерев'яних) конструкцій об'єктів захисту, переважно з масовим перебуванням людей.

Вогнебіозахисний склад РУБІЖ (рисунок 1.5) застосовується для обробки конструктивних елементів і виробів з деревини, експлуатованих в закритих неопалюваних і опалюваних приміщеннях, при відносній вологості повітря не більше 80%; для просочення струганої і пиляної деревини в пожежонебезпечних місцях: кроквяні системи, горищні конструкції всіх типів будівель і споруд. Характеризується відносно невисокою вартістю як самого препарату, так і самої обробки об'єктів. Поставляється у вигляді сухого концентрату, забезпечує 1 і 2 групи вогнезахисної ефективності, має високі антисептичні властивості; склад екологічно безпечний, пожежно - та вибухобезпечний. Порошок білого кольору, допускається відтінок [14].

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		15





Рис. 1.5 – Вид вогнебіозахисного складу РУБІЖ

ВБЗС ДСА-1, ДСА-2 (Рисунок 1.6) забезпечує 1 і 2 групи вогнезахисної ефективності. Забезпечує біозахисту, тобто підвищує антисептичні властивості обробленої деревини. Даний ВБЗС використовується для обробки поверхонь внутрішніх дерев'яних елементів будь-яких будівель, горищних конструкцій, кроквяних систем, складів і т.п. Можлива вогнезахист дерев'яних виробів, експлуатованих в районах з високою вологістю повітря. ДСА - це комплексний склад, що поєднує в собі властивості сольових і несольових продуктів. Ефект вогнезахисту досягається за рахунок реакцій, що супроводжуються виділенням тепла і відвідних теплоту інертних газів. Освіта пенококса не характерно [15].

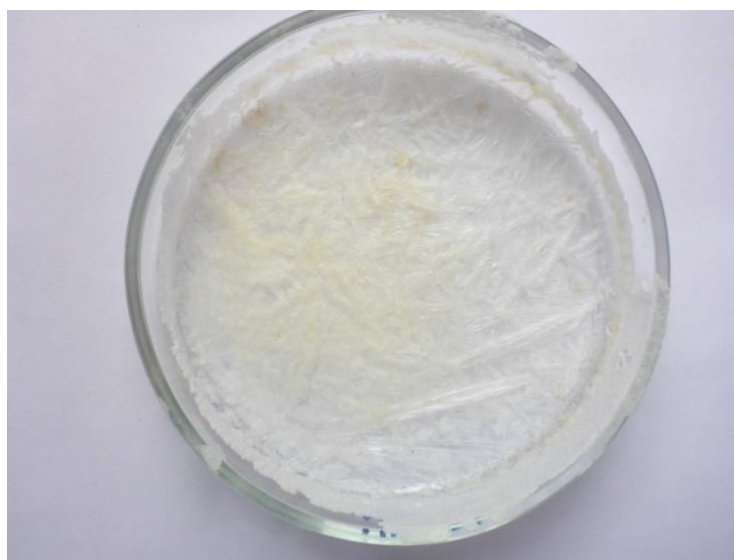


Рис. 1.6 – Вид біопірену ДСА-1

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		16

Вогнебіозахисний склад «RAUM-PROFIE» (Рисунок 1.7). Безгалогенові, безбарвний або забарвлений водний розчин без запаху, яка не висаливається на поверхні деревини. В залежності від витрати переводить деревину в 1 або 2 групу вогнезахисної ефективності. Склад призначений для вогнебіозахисної обробки дерев'яних конструкцій, будівель і споруд.

Склад глибоко проникає в структуру деревини і забезпечує тривалий захист при експлуатації усередині приміщення. Вогнебіозахисне покриття може експлуатуватися в умовах зовнішнього агресивного середовища в комплексі з атмосферостійкими покриттями. Ефективний по відношенню до цвілевих і фарбується грибам [16].



Рис. 1.7 – Вид вогнебіозахисної складу «RAUM-PROFIE»

Lignofix-P – ВБЗС (виробник Чехія), застосовуваний для внутрішніх і зовнішніх дерев'яних конструкцій без прямого впливу атмосферних опадів і контакту з ґрунтом (Рисунок 1.8). Склад захищає деревину від поширення полум'я, а також від впливу дереворуйнівних грибків, комах і їх личинок. Забезпечує переведення деревини в групу важкогорючих матеріалів. Підходить для обробки як нових виробів, так і вже пройдених обробку. ВБЗС Lignofix-P стійкий до старіння, не висаливаються і не вилугується. Склад не погіршує властивості деревини, не змінює її структуру, не перешкоджає подальшій

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		17

обробці, склеюванню і забарвленню. Просочення стійка до старіння. Підтверджений тестами термін захисту - не менше 7 років.

При впливі високої температури діючі речовини ВБЗС багаторазово збільшуються в обсязі і відбувається виділення інертних газів, в результаті чого на поверхні деревини утворюється шар пенококса товщиною 1-2 мм, який перекриває доступ кисню до деревини, а отже, не дає можливість підтримувати горіння. Таким чином, деревина не досягає температури займання [17].



Рис. 1.8 – Вид вогнебіозахисного складу Lignofix-P

ВБЗС Vidaron Impregnat (рисунок 1.9) призначений для вогне- та біозахисту деревини в умовах гігроскопічного та конденсаційного зволоження без контакту з ґрунтом, впливу атмосферних опадів, ґрунтової вологи.

Середній термін біозахисту під покрівлею - 20 років. ВБЗС Vidaron Impregnat універсальний, забезпечує I і II групи вогнезахисної ефективності. Перекладає деревину в групу важкогорючих матеріалів [18].

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		18



Рис. 1.9 – Вид вогнебіозахисної складу Vidaron Impregnat

NEOMID 450 (рисунок 10) - високоефективний склад для вогнезахисту і антисептування деревини. Перекладає опрацьований матеріал в групу важкозаймистих і важкогорючих. Застосовується для зовнішніх і внутрішніх робіт. Принцип дії: при контакті з вогнем захисний шар антипирена миттєво спучується, утворюючи вогнестійкий теплоізоляційний екран, який перекриває доступ кисню до деревини [19].

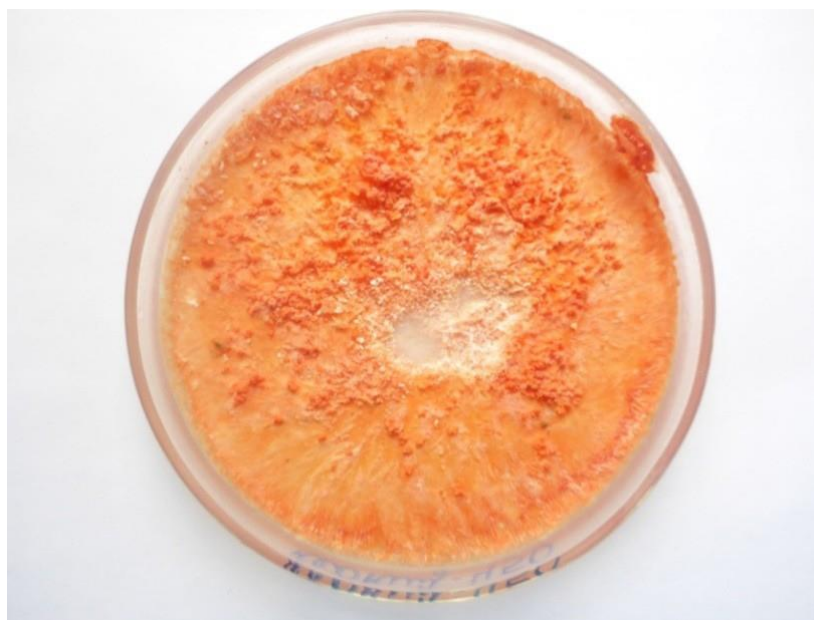


Рис. 1.10 – Вид вогнебіозахисної складу Неомид 450

## 1.2 Хімічні речовини, які є компонентами ВЗС

Дослідження, проведені в першій половині ХХ століття, дозволили розробити ряд вогнезахисних складів для матеріалів з дерева, які проводилися на основі найпростіших сполучних: суперфосфат, глина, вапно та ін. Ці ВЗС знайшли широке застосування при проведенні вогнезахисних робіт в горючих приміщеннях житлових і громадських будівель [ 2].

Ефективність застосованих ВЗС пройшла серйозну перевірку в роки Великої Вітчизняної війни. Під час війни в результаті попадання авіаційної бомби виникла пожежа на ділянці покрівлі одного з будинків. Незважаючи на сухість деревини і велику потужність джерела запалювання, пожежа не поширилася, так як дерев'яні елементи будівлі були покриті суперфосфатною обмазкою, яка не втратила вогнезахисної ефективності навіть через 10 років з моменту нанесення [2].

7 лютого 1949 Комітетом у справах архітектури при Раді Міністрів СРСР і Міністерством будівництва підприємств важкої індустрії СРСР була затверджена Інструкція по боротьбі з гниттям і підвищенню вогнестійкості дерев'яних елементів будівель і споруд [20], якої передбачалися конструктивні заходи щодо знезараження і вогнезахисту дерев'яних будівельних виробів [2]. При цьому заходи щодо антипіриванню деревини застосовувалися тільки в будівлях і спорудах з терміном служби більше трьох років.

Нанесення антипіренів на деревину в той час проводили методом глибокого просочення деревини під тиском в автоклавах або поверхневим методом.

Склад для глибокого просочення під тиском включав в себе з 80% фториду натрію, 14% сульфату амонію і 6% фосфату амонію. В умовах, що виключають вимивання в результаті впливу зовнішніх атмосферних явищ, даний ВЗС забезпечував захист деревини до 30 і більше років при введенні 80-100 кг солей на 1 м<sup>3</sup> [2]. Як ВЗС для поверхневого просочення до застосування рекомендувалася оштукатурювання (облицювання) вогнетривкими або вогнестійкими матеріалами товщиною до 20 мм, рівноцінними по

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		20

вогнезахисним властивостями штукатурці, облицювання вогнетривкими або вогнестійкими матеріалами зі зниженою в порівнянні зі штукатуркою вогнезахисної ефективністю (наприклад, суха гіпсова штукатурка товщиною 8-10 мм), а також поверхнєве просочення і вогнезахисні фарби.

Ще одна рецептура ВЗС для поверхневого просочення включала в себе 72% води, 20% концентрованого фосфату амонію, 5% сульфату амонію (98% -го) і 3% гасового контакту. Рекомендований витрата розчину 1,1 кг / м<sup>2</sup> [2].

Для захисту зовнішніх конструкцій будівель і споруд в цей час застосовувалася фарба ПХВО. Для вогнезахисту внутрішніх елементів будівель і споруд рекомендувалася силікатна фарба СК-Хем, а для вогнезахисту ДВП - вогнезахисне покриття БХЛ [2]. Витрата фарб і покриттів становив 0,60 - 0,75 кг / м<sup>2</sup>.

На їх основі в 50-60-х роках були розроблені:

1) ВЗС ДСК-П, що складається з гідрофосфата амонію, сірчаноокислого амонію і гасового контакту;

2) оздоблювальний просочувальний ВЗС ППЛ, що містить поташ, змочувач і лакове покриття на основі хлорорганічних сполук з добавкою пластикатора;

3) фарба ФАМ на основі мономера ФА, смоли МФК і бензосульфокислоти;

4) фарба СК-Л на основі рідкого скла, літопона і вермикуліту;

5) фарба МХС, до складу якої входили оксид титану (IV), цинкові білила, окис сурми, крейда, тальк, хлорпарафін, оліфа натуральна і силікати.

Для вогнезахисту ДСП застосовувалися фенолформальдегідні і мочевіноформальдегідні смоли, хлорид амонію, гексамін, а також технічний діамонійфосфат і сірчаноокислий амоній в якості антипірену і змочувач - гасовий контакт [2].

У той же час починає широко застосовуватися метод просочення деревини в гарячо-холодних ваннах. При приміщенні деревини в гарячий розчин

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		21

антипірену з неї видалялося повітря і водяні пари, при цьому в порах деревини утворювалося розрідження, що дозволяло ввести в неї більшу кількість розчину. До складу розчину антипірену входили [21, 22]: 6% гидрофосфата амонію, 14% сірчаноокислого амонію, 1% фториду натрію [2].

В кінці 1960-х - початку 1970-х років знайшли застосування вогнезахисні інтумесцентні фарби для захисту виробів з деревини та металу (Піролан-64, Альберт ДС, ДС-463, ВПД), до складу яких входили мочевиноформальдегідна смола, фосфат амонію, дициандиаמיד, а також речовини, що містять елементи кремнію, титану з домішками заліза і алюмінію. Основой для їх приготування були карбамідні смоли.

Способи правила виконання робіт з вогнезахисту деревини викладалися в [23]. Рекомендувалося просочувати вироби водними розчинами ВЗС під тиском з поглинанням сухої солі до 66 кг на 1 м<sup>3</sup> матеріалу, водними розчинами ВЗС під тиском або в гарячо-холодних ваннах з поглинанням 50 кг сухої солі на 1 м<sup>3</sup> матеріалу з подальшим покриттям атмосферостійкою вогнезахисної фарбою, покриття азбестоцементними або гіпсолітових листами, а також штукатуркою товщиною не менше 15 мм, поверхневу обробку водними розчинами ВЗС з витратою сухої солі не менше 100 г на 1 м<sup>2</sup> оброблюваної поверхні, поверхневу обробку вогнезахисними фарбами або обмазками [2].

В даний час, згідно з Р.М. Асєєвій, Б.Б. Сєркову [24], а також багатьом іншим сучасним ученим, працюючим в області конструктивної та хімічної вогнезахисту дерев'яних конструкцій, до числа найбільш популярних речовин в рецептурах просочувальних складів відносяться похідні фосфорної і фосфонової кислот, борати, амонійні солі неорганічних кислот, карбонати натрію і калію, а також інші речовини, в більшості своїй відносяться до солей неорганічного походження. Ці речовини можуть надавати напівфункціональний вплив на хімічні компоненти, що містяться в деревині.

В ході роботи з метою окреслити коло речовин, що застосовуються для виготовлення вогнезахисту, проводився аналіз різноманітних джерел інформації.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		22

Варто зазначити, що оскільки досліджувані склади виготовляються, як правило, з метою отримання прибутку, то компоненти вироблених вогнезахисних засобів є комерційною таємницею і не розкриваються виробниками. Для досягнення поставленої мети був проведений аналіз інформації, що міститься в документах щодо захисту прав на інтелектуальну власність.

Розробці і дослідженню антипіруючих властивостей різних ВЗС присвячена велика кількість наукових робіт [25-28]. Аналіз змісту подібних наукових праць показує, що в даний час в якості засобів пасивної хімічної вогнезахисту популярні склади для просочення деревини на основі водних розчинів різних низькомолекулярних сполук. Це можна пояснити їх відносною дешевизною, простотою виготовлення і застосування [1]. На сьогоднішній день відомий запатентований в 2005 році в Україні ВЗС «Композиція для вогнебіозахисту деревини» [29] – діамонійфосфат (3-50), сульфат амонію (3-50), змочувач (0,1-6) решта вода і забезпечує II групу вогнезахисної ефективності при витраті не менше 150 г / м<sup>2</sup>.

У патенті [30] представлений ВЗС, до складу якого входять розчинені у воді бішофіт, оцтовокислий магній, етандінова кислота і гідроксид заліза (II). Зазначене засіб здатний забезпечити просоченої деревині I групу ефективності з втратою маси менше 9%. У 2015 році ВАТ «Композиція для вогнебіозахисту та гідрофобізації деревини» отримала патент [31] на ВЗС, що містить співвідношення антипірену, антисептика та гідрофобізатора відповідно становить (85-100):(1,5-10):(0,5-10). У 2015 році опублікований патент [32] на Вогнебіозахисні просочення деревини, що представляє мультикомпонентний водний розчин, до складу якого як основного компонента в пропонованому складі використовується кальційцинк-фосфатнітратне сполучення, що містить 25-31% фосфору і 10,5-12,5% нітратів, а також неорганічні сполуки на основі азоту, фосфору і фтору, а також ПАР і барвники. Варто заголосити увагу на тому факті, що подібні сумішеві склади розробляються на сьогоднішній день не тільки в Україні, а й за кордоном. Так, наприклад, в США в 2008 році був

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		23



опублікований патент [33] на ВЗС, що містить розчинені у воді хлорид амонію і камфорне масло. У Китаї в 2015 р опубліковано ряд документів щодо захисту прав на інтелектуальну власність [34-38], пов'язаних з розробкою ВЗС для деревини на основі водних розчинів органічних і неорганічних речовин.

На сьогоднішній день одним з найбільш поширених плівкотвірних речовин є рідке скло, на основі якого розроблено такі ВЗС для покриття і просочення деревини, як:

- вогнезахисний лак [39]: водний розчин силікатів лужних металів, що містить метил або діметілалкокси (фенокси) силани, алкілсіліконат, оксіетил похідні поліспиртів, борати і інші допоміжні речовини. Покриття даними лаком надає I групу вогнезахисної ефективності при витраті до 500 г / м<sup>2</sup>;

- композиційне вогнезахисне покриття для деревини [40], яке, крім рідкого скла, містить дуніт, вапно, азбест, доменний гранульований шлак і піритні недогарки;

- вогнезахисне покриття [41] для металу і деревини, що має в складі рідке скло, модифіковане гідрокисом магнію і диаміда вугільної кислоти. В результаті обробки матеріалу даними ВЗС забезпечується I група вогнезахисної ефективності.

У ряді випадків виникає необхідність встановлення наявності ВЗС на будівельних конструкціях з деревини. Прикладами таких випадків можуть служити перевірки дотримання обов'язкових вимог пожежної безпеки на об'єктах захисту, процедура страхування нерухомості від пожеж, а також розслідування відбулися пожеж.

### 1.3. Методи контролю наявності ВЗС на деревині

**Вимоги наказу МВС України № 1064 від 26.12.2018 Про затвердження правил з вогнезахисту [42] до вогнезахисним складом і речовин для деревини та матеріалів на її основі.** ВЗС виробляються і застосовуються на об'єктах вогнезахисту відповідно до затвердженої та

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		24

погодженої в установленому порядку технічної документації, Текст ТД на ВЗС згідно [43] повинен відповідати певним вимогам і містити такі основні положення:

- 1) основні параметри і характеристики ВЗС;
- 2) показники вогнезахисної ефективності ВЗС;
- 3) термін служби ВЗС в рекомендованих умовах експлуатації.

Групу вогнезахисної ефективності ВЗС визначають наступним чином: зразок тримають у полум'ї пальника протягом 2 хвилин. Витрата газу в процесі випробування повинен бути постійним. Через 2 хвилини подачу газу в пальник припиняють, зразок залишають в приладі для охолодження. Після охолодження (температура газів, що відходять у верхньому патрубку парасольки дорівнює кімнатній) решту зразка витягують з керамічного короби і зважують, результат округлюють до 0,1 г. Втрату маси випробуваного зразка  $P_i, \%$ , обчислюють за певною формулою з округленням результату до 0,1%. Після випробування десяти зразків визначають середнє арифметичне значення втрати маси. За результат випробування приймають середнє арифметичне значення не менше 10 визначень, яке округлюють до цілого числа відсотків.

За результатами випробування визначають групу вогнезахисної ефективності випробуваного ВЗС при даному способі його застосування згідно з таблицею 1.1. Результати випробувань і розрахунків заносять в протокол випробувань.

Табл. 1.1

Визначення групи вогнезахисної ефективності ВЗС

Втрата маси зразка при випробуванні,	9	25	Більше 25
Група вогнезахисної ефективності	I	II	Склад не є вогнезахисним

**Вимоги по оцінці якості вогнезахисту та встановлення виду вогнезахисних покриттів на об'єктах.** Область застосування даного нормативного документу, оцінка і контроль якості проведених вогнезахисних

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документу	Підпис	Дата		25

робіт в будівлях (спорудах), а також нанесених на конструкції і вироби засобів вогнезахисту (в тому числі вогнезахисних покриттів і просочень). Контроль якості вогнезахисту на об'єктах здійснюється в наступних випадках:

- при прийнятті об'єктів після вогнезахисної обробки;
- при вирішенні спірних питань (сумніви в якості виконаних робіт, в якості використаного вогнезахисного матеріалу, рекламації, скарги і т. д.);
- після закінчення певного терміну експлуатації;
- при проведенні інспекційного контролю.

Основними методами контролю якості вогнезахисних робіт, проведених на об'єкті вогнезахисту, є:

- контроль за наданою документації;
- візуальний контроль і експрес-методи контролю;
- контроль за допомогою вимірювальних та експериментальних методів.

З експрес-методів контролю слід використовувати метод оцінки якості вогнезахисту деревини, обробленої просочувальними складами, за допомогою малогабаритного переносного приладу ПМП-1. До групи вимірювальних і експериментальних методів відносять методи вимірювання товщини вогнезахисних покриттів за допомогою різних вимірювальних приладів і засобів вимірювання, а також методи термічного аналізу (ТА), які використовуються для ідентифікації (встановлення виду) застосованого матеріалу і якості вогнезахисного покриття.

Контроль якості вогнезахисту на об'єктах може здійснюватися за допомогою будь-якого із зазначених методів або за допомогою їх різних поєднань. Найбільш повне уявлення про якість вогнезахисної обробки дає комплексний підхід, який характеризується сукупністю всіх перерахованих вище методів. Обов'язковою умовою комплексного підходу є використання методів термічного аналізу, що дозволяють встановити вид застосованого матеріалу і якість вогнезахисного покриття. Недоліком даного комплексного підходу обумовлено використанням складного і дорогого обладнання, при цьому

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		26

велика частина випробувальних пожежних лабораторій (лабораторій 2 розряду) не забезпечені таким обладнанням тому якість вогнезахисної обробки в більшості випадків проводиться тільки з використанням приладу ПМП-1 [44-46].

У разі здійснення контролю організацій, які виробляють вогнезахисну обробку, крім контролю якості вогнезахисних робіт, виконаних на об'єкті (об'єкти та їх кількість вибираються учасниками контролю), проводиться перевірка:

- наявності ліцензій на даний вид діяльності або членства в СРО;
- наявності сертифікатів відповідності продукції вимогам пожежної безпеки на застосовувані вогнезахисні склади, термінів їх дії і правильності оформлення, а також інших документів, що підтверджують якість вогнезахисних складів;
- наявності НД на виробництво і застосування вогнезахисних складів, проекту вогнезахисних робіт (є обов'язковим документом, при виконанні вогнезахисту металоконструкцій);
- відповідності умов експлуатації вогнезахисних покриттів вимогам нормативних на вогнезахисний склад і об'єкт вогнезахисту;
- наявності технологічного обладнання для приготування вогнезахисних складів і виконання вогнезахисних робіт;
- рівня кваліфікації виконавців послуг в області вогнезахисту;
- системи контролю якості;
- відповідності умов зберігання вогнезахисних складів вимогам НД.

Такий комплексний підхід дає найбільш повне уявлення про якість вогнезахисної обробки.

У затвердженому методичному посібнику з контролю якості вогнезахисних властивостей покриттів на об'єктах захисту [47] викладено методи контролю плани сільськогосподарських підприємств покриттів для металевих і дерев'яних конструкцій, знову нанесених (при будівництві, реконструкції, ремонті об'єктів захисту і т.д.) на об'єктах захисту, в процесі їх

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		27

експлуатації. Видання призначене для співробітників судово-експертних установ (далі - СЕУ), а також організацій (господарюючих суб'єктів), що здійснюють експлуатацію об'єктів захисту. Для підтвердження збереження плани сільськогосподарських підприємств обробки в процесі експлуатації в цьому методичному посібнику реалізований підхід, який передбачає використання при проведенні контролю тих же методів випробувань, що і при сертифікації застосовувався при обробці вогнезахисного складу. Оскільки відбір зразків для випробувань за вказаними методом з оброблених конструкцій та матеріалів неможливий, методикою, викладеної в посібнику, передбачено проведення контролю стану вогнезахисних матеріалів і конструкцій шляхом розміщення на об'єктах, де вони розташовані, зразків покриття з періодичною оцінкою зміни його плани сільськогосподарських підприємств. Даний підхід застосований і щодо складів, призначених для вогнезахисту деревини. В якості основи при розробці методу контролю стану вогнезахисної обробки конструкцій з деревини прийнятий метод визначення вогнезахисної ефективності складів по деревині, викладений в [3]. Дослідження залежності плани сільськогосподарських підприємств покриттів від терміну та умов їх експлуатації за даною методикою дозволить: проводити порівняльну оцінку збереження плани сільськогосподарських підприємств різних покриттів, використовуючи її для вирішення завдання вибору оптимального покриття для даного об'єкта захисту; оцінювати точність прогнозування термінів служби при прискорених кліматичних випробуваннях шляхом зіставлення їх результатів з отриманими. Методика розроблена з урахуванням викладеного в [48] способу контролю граничного стану вогнезахисних покриттів або обробки матеріалу виробу. Викладена в посібнику методика не призначена для прогнозування термінів служби вогнезахисних покриттів.

Деякі напрямки концептуальних положень розвитку нормативно-технічної бази та науково-дослідних робіт в області пожежної безпеки будівельних матеріалів і ефективності засобів вогнезахисту (2016 г.). У даній концепції

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		28

наголошується, що в даний час, практично не вивчені питання пожежної небезпеки вогнезахисних покриттів по металу, деревині, полімерних матеріалів та іншим об'єктам захисту. Основними напрямками розвитку методів оцінки пожежної небезпеки будівельних, текстильних матеріалів та ефективності засобів вогнезахисту є максимальна уніфікація методів випробувань з Європейською системою з використанням сучасної апаратури і приладів; автоматизація процесів випробувань і обробки отриманих результатів; оцінка пожежної небезпеки будівельних матеріалів і засобів вогнезахисту і створення доступної для широкого кола фахівців бази даних, розробка методів експериментального визначення вихідних даних для задач математичного моделювання пожежі з одночасною оцінкою вкладу будівельної продукції в освіти НФП. У концепції увага загострюється на тому, що деревина та матеріали на її основі відносяться до найбільш небезпечною з точки зору димоутворювальною здатністю та токсичністю продуктів горіння групи матеріалів, так наприклад, наводяться відомі експериментальні дані [49] про склад і показнику токсичності продуктів горіння деревини сосни, які наведені в таблиці 1.2.

Табл. 1.2

Склад і токсичні продукти горіння деревини сосни

№ п/п	Найменування матеріалу	Токсичні гази в продуктах горіння					Показник токсичності, $H_{CL50}$ , г/м <sup>3</sup>
		CO	CO <sub>2</sub>	HCN	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	HCl	
1	Деревина сосни	+	+	-	-	-	31,6

У даній концепції говориться про те, що необхідно: створення сучасних автоматизованих комплексів, призначених для термоаналітичних, спектроскопічних і мас-спектрометричних досліджень пожежонебезпечних і фізико-хімічних властивостей твердих речовин і матеріалів (в тому числі, будівельних і вогнезахисних), що включають прилади термоаналізу, ІК-Фур'є

спектроскопії, мас-спектрометрії, газової хроматографії і дозволяють в автоматичному режимі в різних умовах випробуванні визначати енергетичні, кінетичні і ідентифікаційні характеристики для вирішення завдань контролю якості будівельних, текстильних і вогнезахисних матеріалів на виробництві та об'єктах будівництва, ідентифікації та виявлення контрафактних виробів; розробка нормативно-технічної документації та створення експериментальної бази для досліджень теплоізолюючих і плани сільськогосподарських підприємств різних вогнезахисних матеріалів, що враховують кліматичні умови і терміни експлуатації на об'єктах, особливо, з масовим перебуванням людей і мають важливе державне значення.

У чинній редакції ГОСТ 3292-2009 [3] розділ 6.4 присвячений контролю якості вогнезахисної обробки, для чого використовується прибор ПМП-1. Цей прилад не може називатися «приладом», так як він нічого не вимірює, не контролює, метрологічно не забезпечується. Швидше за все, його можна назвати пристроєм, що дозволяє за допомогою полум'я звичайної запальнички впливати на зняту з дерев'яної конструкції, обробленої вогнезахисними речовинами, стружку. За результатами цього впливу за допомогою якісних критеріїв оцінюється якість вогнезахисної обробки деревини.

З урахуванням вищевикладеного, найбільш коректними можуть бути наступні зміни до зазначеного стандарт: полум'я запальнички замінити на полум'я спиртового пальника встановлених розмірів і виконувати калібрування по щільності теплового потоку за допомогою спеціального датчика; зі стандарту виключити конструктивне виконання приладу (пристрою) ПМП, а сформулювати лише загальні вимоги до нього, методикою випробувань і критеріїв оцінки.

Таким чином, провівши аналіз нормативних вимог і рекомендацій по випробуванню властивостей вогнезахисних складів і речовин, що застосовуються на об'єктах захисту з дерев'яних будівельних конструкцій, було встановлено, що в даний час відсутня методика і обладнання, що дозволяє

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
						30
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

відповісти на питання наявності вогнезахисного покриття на об'єкті захисту як в умовах його експлуатації, так і після пожежі.

#### Висновок до розділу

Встановлено, що найбільш часто при розробці рецептур ВЗС застосовуються сольові з'єднання. Також варто відзначити, що більшість вогнезахисних композицій мають в своєму складі велику кількість компонентів. Це не завжди впливає на ефективність вогнезахисту, але завжди веде до подорожчання готової продукції. Виявлено, що на сьогоднішній день не існує способу виявлення ВЗС на дерев'яних будівельних виробках безпосередньо на об'єкті захисту.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		31



## Глава 2 ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ КИСНЕВОГО ІНДЕКСУ ЗРАЗКІВ ДЕРЕВИНИ

### 2.1 Вибірка матеріалу для ВЗС та вибір деревини для проведення дослідження

Як об'єкти дослідження були обрані:

- соснова деревина;
- ВЗС і антипірени.

Вибір породи деревини обґрунтований вартісним фактором і фактором поширеності.

Загальна площа лісового фонду України становить – 10,4 млн. га, із яких вкритих лісовою рослинністю – 9,6 млн. га. Лісистість території країни становить 15,9%. За 50 років площа лісів зросла на 21%, а запас деревини майже у три рази (рис. 2.1) [50].



Рис. 2.1 – Розподіл площі лісів (тис га) за основними лісоутворюючих порід.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		32

На підставі вищевикладеного був зроблений висновок про необхідність вибору саме соснової деревини в якості одного з об'єктів дослідження.

Проведений аналіз патентної та довідкової літератури дозволяє виділити для подальшого дослідження наступний перелік основних індивідуальних хімічних сполук, які мають антипіріруючим ефектом:

1. Рідке скло - розчин лужних силікатів натрію  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $\text{SiO}_2$ ) n або калію  $\text{K}_2\text{O}$  ( $\text{SiO}_2$ ) n (рідше - літію), які є представниками широкого класу водорозчинних силікатів і рідких смол, що випускаються в промисловому масштабі.

Хімічний склад промислового рідкого скла визначається складом склоподібних лужних силікатів, при цьому його домішковий склад може формуватися в процесі виробництва (подрібнення силікат-брили, автоклавного розчинення, транспортування, зберігання).

Область застосування рідкого скла: виготовлення кислото і гідроупорного цементу і бетону, просочення і склеювання тканинах матеріалів, приготування ВЗС для деревини, і ін. [51].

У даній роботі використовувалося рідке скло натрієве (ГОСТ 13078-81), яке має низьку вартість, може використовуватися в якості вогнезахисного покриття в самостійному вигляді, а також у великих кількостях виробляється в Україні.

2. Амоній фосфорнокислий двозаміщений (діамонійфосфат)  $((\text{NH}_4)_2\text{H}_3\text{PO}_4)$  - водорозчинна сіль, що утворюється при взаємодії аміаку і фосфорної кислоти. Застосовується як складне (комплексне) концентроване фосфорно-азотне добриво, для просочення деревини та тканин з метою надання їм вогнестійкості, а також в харчовій і фармацевтичній промисловості. [52].

3. Карбамід (сечовина, діамід вугільної кислоти). Являє собою білі кристали, розчинні у рідкому аміаку воді, етиловому спирті.

Сфера застосування:

а) виробництво азотних добрив;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
						33
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

б) очищення димових газів теплових електростанцій, котелень, сміттєспалювальних заводів, дизельних двигунів внутрішнього згорання і т. п. від оксидів азоту;

в) білкова підгодівля для худоби [53].

4. Сода харчова (гідрокарбонат натрію  $\text{NaHCO}_3$ ) - кисла сіль вугільної кислоти і натрію. Являє собою дрібнокристалічний порошок білого кольору, без запаху. Застосовується в хімічній, легкій, текстильній і харчовій промисловості, а також в установках автоматичного пожежогасіння.

5. Бішофіт (магнієва сіль  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) - мінерал, який легко розчиняється у воді і видобувається способом вилуговування. Також до основних властивостей даного мінералу слід віднести його гігроскопічність.

Сфера застосування:

а) у виробництві штучного каменю (плитка, блоки, наливні підлоги); б) в нафтовидобутку;

в) в хімічній промисловості для одержання сполук магнію підвищеної чистоти;

г) в ЖКГ з метою недопущення утворення ожеледиці на дорожньому покритті, а також примерзання і змерзання сипучих вантажів взимку [54].

Невід'ємним плюсом обраних об'єктів дослідження є дешевизна. В ході проведеного аналізу було виявлено середня вартість кожного з елементів, результати аналізу представлені в таблиці 2.1.

Табл. 2.1

Аналіз роздрібної вартості досліджуваних речовин на території Харківської області

№п/п	Найменування	Маса	Середня ціна, грн.
1	Рідке скло	2,5 кг.	62
2	Діамонійфосфат	1 кг.	60
3	Сечовина (карбамід)	1 кг.	18,8

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		34

4	Бішофіт	1 кг.	16
5	Сода харчова	1 кг.	20

## 2.2 Методика оцінки кисневого індексу речовин і матеріалів

Вплив хімічних сполук на пожежну безпеку зразків соснової деревини оцінювалося шляхом визначення кисневого індексу (далі - КІ) матеріалу згідно ГОСТ 12.1.044-89 [55].

КІ - це мінімальний вміст кисню в киснево-азотній суміші, при якому можливо свечеобразной горіння матеріалу в умовах спеціальних випробувань.

Значення КІ використовується при розробці полімерних композицій зниженої горючості і контролі горючості полімерних матеріалів, тканин, целюлозно-паперових виробів та інших матеріалів. КІ необхідно включати в стандарти або технічні умови на тверді речовини (матеріали).

Випробування по визначенню КІ необхідні для цілей сертифікації створюваних будівельних матеріалів. Також результати дослідження КІ можуть бути застосовані в арбітражних цілях.

Дане дослідження виконувалося за допомогою лабораторної установки, представленої на рисунку 2.2.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		35

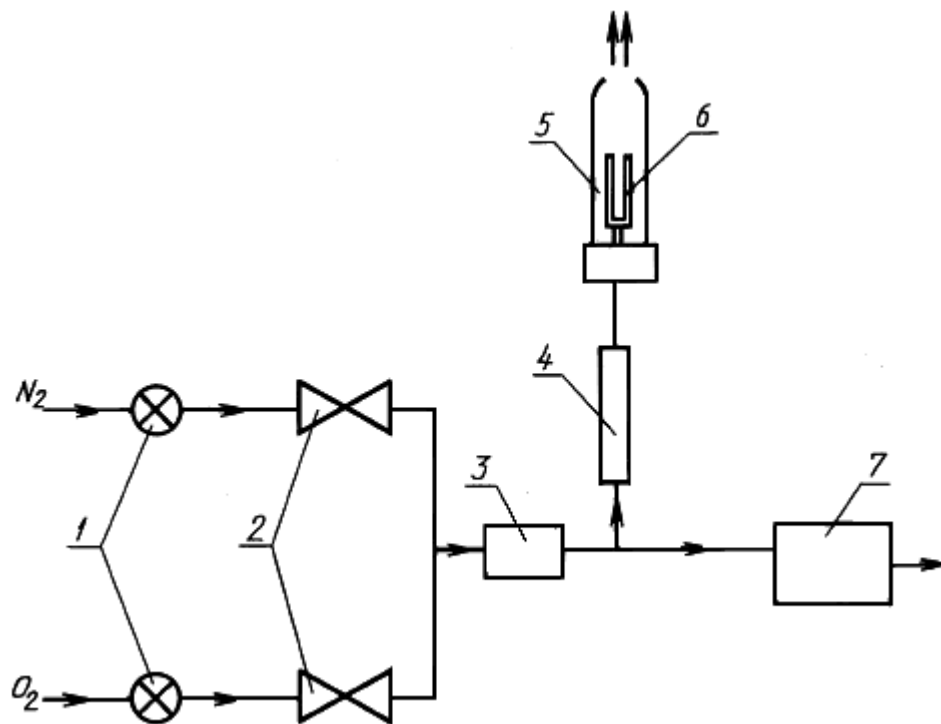


Рис. 2.2 – Схема установки для визначення КІ:

1 - вентиль попереднього регулювання; 2 - вентиль точного регулювання; 3 - змішувачів; 4 - витратомір; 5 - реакційна камера; 6 - тримач зразка; 7 - кисневий аналізатор

Установка для визначення КІ складається з наступних основних елементів і вузлів:

1. Камера - термостійкий вертикальна труба діаметром близько 70 мм і висотою 450 мм з відкритим верхнім кінцем для введення в камеру джерела запалювання.

2. Тримач зразка - маленькі кліщі, що закріплюють зразок на відстані близько 15 мм від нижньої точки зразка, без гострих кромки з метою поліпшення обтікання газовим потоком.

3. Пристрій, призначений для уловлювання падаючих частинок.

4. Балони з газоподібними киснем і азотом чистотою не менше 98%.

5. Система змішування і регулювання концентрації газів перед надходженням в камеру.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		36

6. Засоби контролю концентрації кисню в газовій суміші, яка подається в камеру.

7. Газовий пальник, вільно входить в камеру через верхній відкритий кінець.

8. Секундомір з похибкою вимірювання не більше 1 с.

9. Пристосування для видалення сажі, диму і тепла, що забезпечує достатню відсмоктування без зміни потоку газів в колонці або її температури.

Першим етапом дослідження були випробування зразків деревини згідно п. 4.14 [55].

Один з приготованих зразків спалювали в кімнатних умовах і спостерігали за горінням. Після цього вибирали концентрацію кисню в газовій суміші, яка подається в камеру при першому випробуванні, в такий спосіб:

18% об., якщо зразок швидко горить і згорає повністю;

21% об. в разі, якщо зразок горить повільно і нестійка;

25% об., якщо зразок самостійно затухає після видалення джерела запалювання.

Зразок досліджуваного матеріалу закріплювали в тримачі в центрі колонки так, щоб його верхній край перебував на відстані більше 100 мм від верхнього краю камери.

Прилад для вимірювання витрати газів регулювали так, щоб газовий потік в колонці із заданою концентрацією кисню мав швидкість  $(40 \pm 10)$  мм / с. Перед випробуванням систему продували газовою сумішшю не менше 30 секунд.

Після того, приступали до проведення експериментального дослідження. Пальник підносили до верхнього краю зразка, створюючи умови для того, щоб нижній край полум'я повністю покривав його. Запалювання зразка триває 30 секунд з перервами на 1 секунду кожні 5 секунд, потім пальник витягували з камери і спостерігали за горінням зразка [55].

Зразки готували наступним чином:

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		37

- готувалися водні розчини препаратів з концентрацією 10, 30, 50, 100, 150 і 200 г / л;

- зразок деревини перетином 8x3мм довжиною 70 мм з гладкостроганими сторонами занурювався в розчин при температурі  $22 \pm 2$  °С і витримувався в ньому протягом 60 секунд;

- просочений зразок висушується при кімнатних умовах протягом 24 годин.

Зразки, підготовлені до випробувань за оцінкою КІ, представлені на рисунку 2.3.



Рис. 2.3 – Зразки деревини, підготовлені для дослідження  
Згідно ГОСТ [55] КІ (% об.) Обчислюють за формулою:

$$KI = C_k + K \cdot d \quad (1)$$

де:  $C_k$  - максимальне значення концентрації кисню в газовій суміші, яка подається в камеру, при якому зразок згорає після видалення джерела запалювання,% об.;

$d$  - різниця між значеннями концентрації кисню в газовій суміші, яка подається в камеру при випробуваннях,% об.;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		38

$K$  - коефіцієнт, який приймається згідно з даними таблиці 7 [55].

Коефіцієнт  $K$  і його математичний знак визначають з таблиці 7 [55] наступним чином:

а) якщо для зразка отримана відповідь 0 і протилежний відповідь буде  $X$ , з графі 2 таблиці 7 вибирають рядок, для якої останні чотири символи ідентичні відповідям. Коефіцієнт  $K$  і його знак визначають на перетині цього рядка і однієї з граф 2-5, для якої число символів 0 в рядку а відповідає числу відповідей 0;

б) якщо для зразка отримана відповідь  $X$  і протилежний відповідь буде 0, з таблиці 7 вибирають рядок, для якої останні чотири символи ідентичні відповідям.

В ході розрахунку значень  $KI$  за формулою (1) на підставі результатів випробувань, отриманих в ході дослідження, для кожної концентрації вибиралися значення коефіцієнта  $K$  [55] і  $C_k$ . За  $C_k$  приймалося найменше значення концентрації кисню, при якому був отриманий результат  $X$ . Потім шляхом застосування формули (1) розраховувався  $KI$  і округляється до десятих в сторону зменшення.

## 2.2 Визначення ефективності індивідуальних антипиренов при поверхневій просочення деревини

Наступним етапом дослідження стала оцінка ефективності просочення зразків деревини водним розчином деяких індивідуальних речовин і визначення оптимальні концентрації просочувального розчину за допомогою дослідження  $KI$ .

Згідно з методикою, описаною в [55], після просочення і сушіння зразків проводилося визначення  $KI$  зразків деревини в три етапи:

1. Підбір цілечисельних значень концентрації кисню, при яких проводилося запалювання зразка. Результати дослідження наведені в таблицях 2.2-2.6. Результат « $X$ » позначає повне згорання зразка після видалення джерела

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		39



запалювання, результат «О» говорить про самостійне загасання зразка після видалення джерела запалювання.

Табл. 2.2

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином сечовини (карбаміду), на згоряння / затухання

$C_{O_2} \% \backslash C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	X	0	0	0	0	0
21	X	X	X	0	0	0

Табл. 2.3

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином діамонійфосфат, на згоряння / затухання

$C_{O_2} \% \backslash C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	X	0	0	0	0	0
20	X	0	0	0	0	0
21	X	X	0	0	0	0

Табл. 2.4

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином рідкого скла, на згоряння / затухання

$C_{O_2} \% \backslash C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	X	X	0	0	0	0

Табл. 2.5

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином бішофіту, на згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0

Табл. 2.6

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином харчової соди, на згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0

Так як при концентрації кисню 21% не завжди спостерігалось згоряння зразка, були проведені додаткові випробування. Концентрацію кисню підвищували на 1% до отримання результату Х, результати відображені в табл. 2.7-2.11.

Табл. 2.7

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином сечовини (карбаміду), на згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
22	-	-	-	X	0	0
23	-	-	-	-	X	0
24	-	-	-	-	-	0
25	-	-	-	-	-	X

Табл. 2.8

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином  
діамонійфосфат, на згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
22	-	-	0	0	0	0
23	-	-	X	0	0	0
24	-	-	-	0	0	0
25	-	-	-	X	0	0
26	-	-	-	-	0	0
27	-	-	-	-	0	0
28	-	-	-	-	0	0
29	-	-	-	-	X	0
30	-	-	-	-	-	X

Табл. 2.9

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином рідкого скла, на  
згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
22	-	-	X	X	0	0
23	-	-	-	-	0	0
24	-	-	-	-	0	0
25	-	-	-	-	0	0
26	-	-	-	-	X	X

Табл. 2.10

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином харчової соди, на  
згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
27	X	X	X	X	0	0
28	-	-	-	-	X	X

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином бішофіту, на згоряння / затухання

$C_{O_2} \%$ \ $C_{ПР}$	10	30	50	100	150	200
22	0	0	0	0	0	0
23	X	0	0	0	0	0
24	-	X	0	0	0	0
25	-	-	X	0	0	0
26	-	-	-	0	0	0
27	-	-	-	0	0	0
28	-	-	-	X	0	0
29	-	-	-	-	0	0
30	-	-	-	-	0	0
31	-	-	-	-	0	0
32	-	-	-	-	0	0
33	-	-	-	-	0	0
34	-	-	-	-	0	0
35	-	-	-	-	0	0
36	-	-	-	-	0	0
37	-	-	-	-	X	0
38	-	-	-	-	-	0
39	-	-	-	-	-	0
40	-	-	-	-	-	0
41	-	-	-	-	-	0
42	-	-	-	-	-	0
43	-	-	-	-	-	X

2. На основі отриманих даних про згоряння або загасання зразків деревини, оброблених водним розчином окремих речовин, було визначено проміжок між концентрацією кисню, при якій зразок загасав (результат «0») і концентрацією кисню, при якій зразок повністю згорав (результат «X»). Після цього проводилися випробування зразків деревини при дробовому значенні концентрації кисню, що знаходяться в даному проміжку (точність 0,1%) з кроком в 0,2% об. Результати представлені в таблицях 2.12.-22.

Табл. 2.12

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином сечовини  
(карбаміду), на згоряння / затухання

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9
10	0	0	X	0	X	X	X	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9
30	0	0	X	0	0	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9
100	0	X	0	X	X	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9
150	X	0	X	0	0	0	X	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9
200	X	X	0	0	0	X	0	X	0

Табл. 2.13

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином діамонійфосфат, на  
згоряння / затухання

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9
10	0	0	0	0	0	X	0	0	X
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9
30	0	0	X	0	0	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9
50	0	0	0	0	0	X	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9
100	0	0	X	0	0	X	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	28,9
150	0	0	X	0	X	0	0	0	0

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,7	29,8	29,9
200	0	0	X	0	0	0	0	0	X

Табл. 2.14

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином рідкого скла, на згоряння / затухання

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9
10	0	X	X	0	X	X	X	X	X
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9
30	0	0	0	0	X	X	X	X	X
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9
50	0	X	X	0	0	X	X	X	X
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9
100	0	X	0	0	X	0	0	X	X
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9
150	0	X	X	X	0	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9
200	0	0	0	X	X	0	X	X	X

Табл. 2.15

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином бішофіту, на згоряння / затухання

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9
10	X	0	0	0	X	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9
30	0	0	X	0	0	0	X	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9
50	0	0	0	X	0	0	X	0	0

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9
100	0	0	0	0	X	0	0	X	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	36,1	36,2	36,3	36,4	36,5	36,6	36,7	36,8	36,9
150	0	X	0	0	0	X	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	42,1	42,2	42,3	42,4	42,5	42,6	42,7	42,8	42,9
200	0	0	X	0	0	0	0	0	X

Табл. 2.16

Результати випробувань зразків, оброблених водним розчином харчової соди, на згоряння / затухання

$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9
10	X	0	0	0	X	0	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9
30	0	0	X	0	0	0	X	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9
50	0	0	0	X	0	0	X	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9
100	0	0	0	0	X	0	0	X	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9
150	0	X	0	0	0	X	0	0	0
$C_{O_2}, \%$ $C_{пр}$	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9
200	0	0	X	0	0	0	0	0	X

### 3. Розрахунок КІ на підставі [55].

Після проведення випробувань зразків проводилося обчислення КІ і проведення оцінки стандартного відхилення результатів за методикою, описаною в [55].

Результати третього етапу оцінки КІ представлені в таблиці 2.17 і на рисунку 2.4.

Значення КІ, отримані в результаті обчислень за методикою, представленою в [55]

Речовина \ С <sub>пр</sub> , г/л	10	30	50	100	150	200
Сечовина (карбамід)	19,5	20,4	20,7	21,2	22,1	24,4
Діамонійфосфат	18,7	20,4	22,7	24,4	28,3	29,5
Рідке скло	20,1	20,4	21,3	22,4	25,3	25,4
Бішофіт	22,2	23,4	24,5	27,5	36,3	42,4
Харчова сода	26,1	26,3	26,4	26,5	27,2	27,8

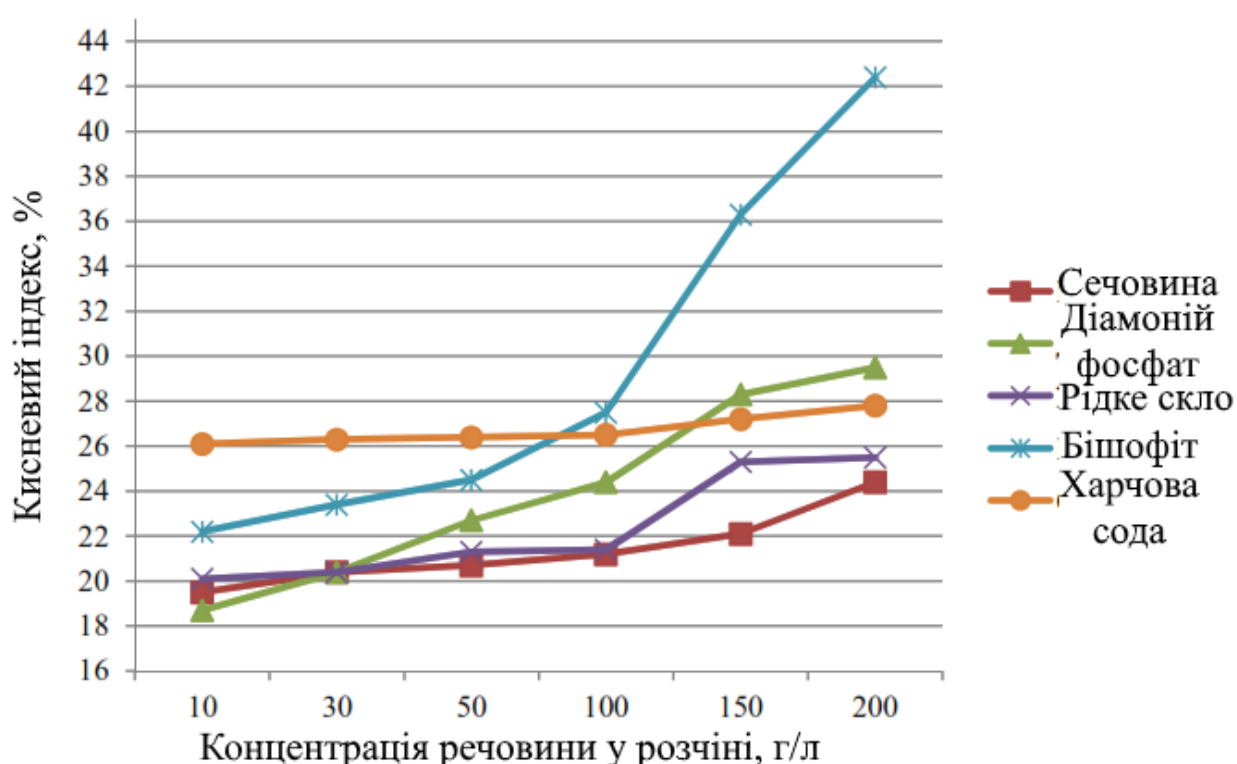


Рис. 2.4 – Значення КІ для індивідуальних антипіренів

### 2.3 Розробка сумішевого ВЗС і оцінка його вогнезахисної ефективності

На підставі отриманих експериментальних значень КІ (таблиця 2.17) слід виділити такі концентрації кожного з речовин, які при розробці перспективних вогнезахисних сумішевих композицій були б оптимальні з точки зору ефекту антипіривання і вартості сумішевого складу.



### 2.3.1 Структура перспективної вогнезахисної композиції

На сьогоднішній день перспективним напрямком розробки і виготовлення вогнезахисних засобів для деревини є створення універсальних складів, які виконують в конструкції функції антипірену і антисептика. Однак питання впливу антисептичних добавок на вогнезахисну ефективність до сих пір залишається нерозкритим, тому в даній роботі досліджувалися речовини, що застосовуються в якості антипіренів.

Пропонована структура перспективної вогнезахисної композиції представлена на рисунку 17.



Рис. 2.5 – Пропонована структура вогнезахисної композиції

Рідке скло при висиханні утворює важкорозчинні у воді плівку, яка здатна запобігти вимиванню і вивітрювання антипіренів з пір деревини. До того ж, в самостійному вигляді дана субстанція може використовуватися в якості вогнезахисного покриття і є стійкою до вимивання. Існують реальні приклади того, як покриття з рідкого скла, нанесене на дерев'яні конструкції, зберігалось протягом 50 років.

Як розчинник виступає вода, так як вона має ряд переваг перед органічними розчинниками: вона доступніша будь-яких органічних речовин і не

може надати негативного впливу на показники горючості деревини і матеріалів на її основі.

Інші неорганічні сполуки в структурі перспективної вогнезахисної композиції будуть грати роль діючих речовин-антипіренів.

### 2.3.2 Визначення оптимальних концентрацій індивідуальних антипіренів в просочувальних розчинах

Як видно з даних, представлених в таблиці 2.17 і на рисунку 2.4, показник КІ зростає при підвищенні концентрації досліджуваних речовин у водному розчині. Однак варто відзначити той факт, що збільшення концентрації речовини одночасно веде і до подорожчання готового складу. Тому необхідно виділити такі концентрації кожної речовини у водному розчині, після досягнення яких не спостерігається такого швидкого зростання КІ, як до цього.

Оптимальними концентраціями обрані:

- 1) для сечовини - 200 г / л (20%);
- 2) для діамонійфосфат - 200 г / л (20%);
- 3) для бішофіту - 200 г / л (20%);
- 4) для рідкого скла - 100 г / л (10%);
- 5) для харчової соди - 200 г / л (20%).

### 2.3.3 Значення КІ для деревини, обробленої різними ВЗС

Таким чином, пропонована рецептура ВЗС буде виглядати наступним чином:

рідке скло - 10%, антипірен (один з чотирьох: сечовина, бішофіт, діамонійфосфат, харчова сода) - 20%, вода - інше.

Наступним етапом роботи стала перевірка зразків деревини, просочених складами пропонованих рецептур, на показник КІ.

**Встановлення КІ для зразків, що не зазнали випробуванню на вимивання.**

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		49

У зв'язку з тим, що результати КІ для водних розчинів окремих речовин уже відомі, дослідження проводилося в кілька етапів:

1. Випробування зразків при концентрації кисню починаючи з 20% до досягнення повного згорання зразка після видалення джерела запалювання (результат «Х») з кроком 5% (результати представлені в таблиці 2.18).

Табл. 2.18

Результати випробувань зразків, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук.

Речовина С <sub>О<sub>2</sub></sub> , %	Сечовина (карбамід)	Діамонійфосфат	Бішофіт	Харчова сода
20	0	0	0	0
25	0	0	0	0
30	0	0	0	0
35	Х	0	0	0
40	-	Х	0	Х
45	-	-	Х	-

2. Випробування зразків при концентраціях кисню, значення яких знаходяться в проміжку між значенням повного згорання зразка після видалення джерела запалювання і значенням самостійного загасання зразка після видалення джерела запалювання. Результати представлені в таблиці 2.19.

Табл. 2.19

Результати випробувань зразків, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук

Речовина	С <sub>О<sub>2</sub></sub> , %	31	32	33	34
Сечовина (карбамід)		0	0	Х	Х
Речовина	С <sub>О<sub>2</sub></sub> , %	36	37	38	39
Діамонійфосфат		0	0	0	0
Речовина	С <sub>О<sub>2</sub></sub> , %	41	42	43	44
Бішофіт		0	0	0	Х

C <sub>O2</sub> , %	36	37	38	39
Речовина				
Харчова сода	0	0	X	X

3. Випробування зразків при дрібних значеннях концентрації кисню з кроком 0,1% від концентрації, при якій зразок повністю згорів після видалення джерела запалювання до концентрації, при якій зразок самостійно затухаючи після видалення джерела запалювання. Результати представлені в таблиці 2.20.

Табл. 2.20

Результати випробувань зразків, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук

C <sub>O2</sub> , %	32,1	32,2	32,3	32,4	32,5	32,6	32,7	32,8	32,9
Речовина									
Сечовина (карбамід)	0	X	X	X	X	X	X	0	0
C <sub>O2</sub> , %	39,1	39,2	39,3	39,4	39,5	39,6	39,7	39,8	39,9
Речовина									
Діамонійфосфат	0	0	0	X	0	X	0	0	0
C <sub>O2</sub> , %	44,1	44,2	44,3	44,4	44,5	44,6	44,7	44,8	44,9
Речовина									
Бішофіт	0	0	0	0	0	X	0	0	X
C <sub>O2</sub> , %	37,1	37,2	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7	37,8	37,9
Речовина									
Харчова сода	0	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4. Розрахунок КІ на підставі ГОСТ 12.1.044-89 [55].

Після проведення випробувань зразків проводилося обчислення КІ і проведення оцінки стандартного відхилення результатів за методикою, описаною в ГОСТ 12.1.044-89 [55].

Значення КІ для зразків деревини, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, представлені в таблиці 2.21.

Табл. 2.21

Значення КІ зразків, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, отримані в результаті обчислень по ГОСТ 12.1.044-89 [55]

Речовина	Карбамід (Сечовина)	Діамонійфосфат	Бішофіт	Харчова сода
КІ, % об.	32,5	39,5	44,7	37,5

Встановлення КІ для зразків, які зазнали випробуванню на вимивання.

Аналогічним чином визначаємо КІ зразків, які зазнали випробуванню на вимивання.

1. Випробування зразків при концентрації кисню починаючи з 20% до досягнення повного згорання зразка після видалення джерела запалювання (результат «Х») з кроком 5% (результати представлені в таблиці 2.22.).

Табл. 2.22

Результати оцінки КІ зразків, підданих випробуванню на вимивання після обробки трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, а також зазнали випробуванню на вимивання

Речовина С <sub>О</sub> ₂, %	Карбамід (Сечовина)	Діамонійфосфат	Бішофіт	Харчова сода
20	0	0	0	0
25	0	0	0	0
30	Х	0	0	0
35	-	0	0	Х
40	-	Х	0	-
45	-	-	Х	-

2. Випробування зразків при концентраціях кисню, значення яких знаходяться в проміжку між значенням повного згорання зразка після видалення джерела запалювання і значенням самостійного загасання зразка після видалення джерела запалювання (результати представлені в таблиці 2.23.).

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		52

Табл. 2.23

Результати оцінки КІ зразків, підданих випробуванню на вимивання після обробки трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, а також зазнали випробуванню на вимивання

Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	26	27	28	29
Сечовина (карбамід)	0	0	0	0
Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	36	37	38	39
Діамонійфосфат	0	0	X	X
Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	41	42	43	44
Бішофіт	0	0	0	X
Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	31	32	33	34
Харчова сода	0	0	0	0

3. Випробування зразків при дрібних значеннях концентрації кисню з кроком 0,1% від концентрації, при якій зразок повністю згорів після видалення джерела запалювання до концентрації, при якій зразок самостійно затухаючи після видалення джерела запалювання. Результати представлені в таблиці 2.24.

Табл. 2.24

Результати оцінки КІ зразків, підданих випробуванню на вимивання після обробки трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, а також зазнали випробуванню на вимивання

Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,7	29,8	29,9
Сечовина (карбамід)	0	0	X	0	0	0	X	0	0
Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	37,1	37,2	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7	37,8	37,9
Діамонійфосфат	0	0	X	0	X	0	0	0	X
Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	43,1	43,2	43,3	43,4	43,5	43,6	43,7	43,8	43,9
Бішофіт	0	0	0	X	0	X	0	0	0
Речовина \ C <sub>O2</sub> , %	34,1	34,2	34,3	34,4	34,5	34,6	34,7	34,8	34,9
Харчова сода	0	0	0	0	0	X	0	0	X

#### 4. Розрахунок КІ на підставі [55].

Після проведення випробувань зразків проводилося обчислення КІ і проведення оцінки стандартного відхилення результатів за методикою, описаною в ГОСТ 12.1.044-89 [55].

Значення КІ для зразків деревини, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, а також зазнали випробуванню на вимивання, представлені в таблиці 2.25.

Табл. 2.25

Значення КІ зразків, оброблених трикомпонентної бінарним ВЗС з різними неорганічними добавками, а також зазнали випробуванню на вимивання, отримані в результаті обчислень по ГОСТ 12.1.044-89 [55]

Речовина	Карбамід (Сечовина)	Діамонійфосфат	Бішофіт	Харчова сода
КІ, % об.	29,4	37,3	43,5	34,7

За підсумками дослідження пожежної небезпеки зразків деревини, оброблених запропонованими ВЗС, побудована зведена діаграма (рисунок 2.6), що наочно демонструє динаміку показника КІ досліджуваного матеріалу в залежності від виду просочення.

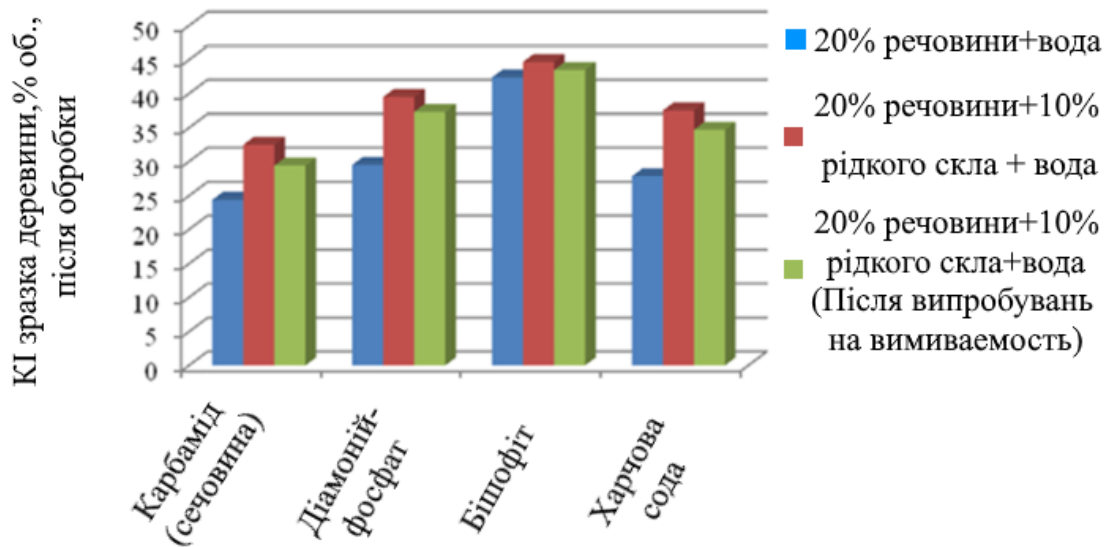


Рис. 2.6 – Залежність показника КІ деревини від виду ВЗС

Таким чином, на підставі оцінки КІ зразків деревини, обробленої ВЗС з рідким склом, водою і одним з неорганічних сполук, можна зробити висновок, що найбільш ефективним із запропонованих ВЗС є склад, що включає в себе 20% бішофіту, 10% рідкого скла і воду. КІ просочених цим складом зразків склав 44,7% об., Що більш ніж в 2 рази перевищує концентрацію кисню в приміщенні на момент виникнення потенційного пожежі.



## Глава 3 ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ ВЗС НА БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБАХ З ДЕРЕВИНИ

### 3.1 Розробка методу визначення наявності ВЗС на будівельних виробих з деревини

Як показано вище, високоефективні вогнезахисні просочення містять в своєму складі неорганічні солі, які зберігаються на конструкціях з деревини і після пожежі. В ході розслідування пожеж перед експертами часто постає питання необхідності наявності / відсутності ВЗС на будівельних конструкціях. Також факт вогнезахисної обробки дерев'яних конструктивних елементів будівель враховується страховими компаніями при розрахунку розмірів виплат при настанні страхового випадку.

Основними методами контролю якості вогнезахисних робіт, проведених на об'єкті вогнезахисту, є:

- контроль за наданою документації;
- візуальний контроль і експрес-методи контролю;
- контроль за допомогою вимірювальних та експериментальних методів.

В даний час з експрес-методів контролю згідно [3] слід використовувати метод оцінки якості вогнезахисту деревини, обробленої просочувальними складами, за допомогою малогабаритного переносного приладу ПМП-1. Суть методу полягає в оцінці плани сільськогосподарських підприємств (за ознаками заpalення) зразків поверхневого шару деревини, повалені вогнезахисними засобами, що в результаті дії полум'я газового пальника. Використання приладу дозволяє оперативно проводити контроль якості виконаних вогнезахисних робіт і стану вогнезахисної обробки. Однак найбільш повне уявлення про якість вогнезахисної обробки дає комплексний підхід, який характеризується сукупністю методів з контролю якості вогнезахисту дерев'яних конструкцій на об'єктах.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		56

Сучасна методична література передбачає розробку конкретного методу перевірки якості поверхневої вогнезахисної обробки дерев'яних конструкцій для певного виду вогнезахисного просочування. Дані методи повинні бути відображені в технічній документації до вогнезахисного просочування, що розробляється заводом-виробником. У більшості випадків методи перевірки якості поверхневої вогнезахисної обробки в технічній документації не відображаються, тому в даний час експрес-метод за допомогою ПМП-1 є єдиним і найбільш часто використовуваним. Як зазначалося раніше, об'єктивний контроль якості вогнезахисту на об'єктах повинен здійснюватися в сукупності за допомогою декількох методів. Отже, розробка нових вимірювальних і експериментальних методів в даний час є актуальною темою. Як зазначалося раніше, методика 3 передбачає встановлення якості та ефективності вже відомого вогнезахисного складу.

Інструкція по ідентифікації твердих речовин, матеріалів і засобів вогнезахисту при випробуваннях на пожежну небезпеку передбачає виявлення і підтвердження автентичності конкретної продукції, а також відповідності її певним вимогам. В останньому випадку необхідно використання дорогого устаткування (наприклад, дериватографа), тривалого навчання для підготовки атестованих фахівців в області термічного аналізу, що ускладнює використання даного методу в практиці випробувальних лабораторій. Отже, постає питання про пошук, розробці простого, швидкого і дешевого методу встановлення самого факту наявності ВЗС на поверхні деревини. У зв'язку з цим, в даній роботі запропоновано альтернативний метод щодо визначення наявності поверхневої вогнезахисту, заснований на вимірюванні опору поверхневого шару деревини.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		57

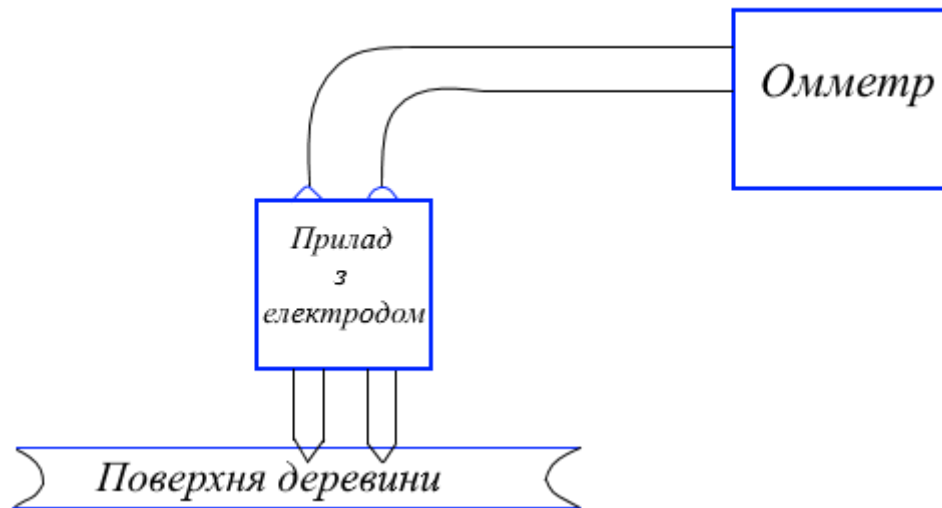


Рис. 3.1 – Спрощена схема пристрою для вимірювання електроопору деревини

### 3.2 Прилад для визначення наявності ВЗС на деревині

Електроопір деревини характеризується її опором проходженню електричного струму. Електроопір сухої деревини досить велике. Однак в разі просочення дерев'яних конструкцій вогнезахисними складами на поверхні деревини з'являються солі, які призводять до зменшення опору [3]. Вище по тексту представлена схема пристрою для визначення електроопору поверхневого шару деревини.

Виходячи з того, що на сьогодні не існує технічного пристрою, що дозволяє оперативно і точно зафіксувати наявність / відсутність ВЗС на будівельних конструкціях з деревини. був метод визначення електроопору поверхневого шару деревини. Для проведення дослідження зразків деревини таким способом був сконструйований прилад, що складається з наступних елементів: корпус з фторопласта, латунні стрижні, з'єднувальні дроти, мультиметр. У корпусі розташовані ізольовані латунні стрижні, на одному кінці яких знаходяться сталеві голки, призначені для щільного кріплення до поверхні деревини. З протилежного боку стрижнів нарізана різьба для щільного приєднання з'єднувальних проводів, які підключаються до вимірювального приладу. Вимірювання на приладі можна проводити за допомогою голчастих



застосовувати в якості ізоляційного матеріалу. Вимірювання опору виконувалася на всіх сторонах зразка, в тому числі на торцевих частинах, уздовж і поперек волокон. Як відомо, опір деревини вздовж волокон менше в кілька разів, ніж поперек волокон. В одній точці здійснювалося по черзі п'ять вимірів. Кінцевий результат визначався як середньоарифметичне значення п'яти вимірів. Далі зразок методом занурення занурювався в ємність з вогнебіозахисним складом для деревини на 15 хвилин. Оброблений вогнезахисною сумішшю зразок висушується в природних умовах протягом 24 годин. Другим етапом було проведення вимірювань електропровідності на всіх сторонах зразка, в тому числі на торцевих частинах, уздовж і поперек волокон, з метою порівняння зміни опорів, отриманих до обробки вогнезахисною сумішшю. Результати вимірювань представлені в таблиці 3.1.

**Обробка результатів.** З отриманих результатів видно, що на бічній поверхні зразка при проведенні вимірювань вздовж волокон опір зменшилася в середньому в 5 разів. При проведенні вимірювань поперек волокон опір зменшилася в середньому в 8 разів.

Табл. 3.1

Результати вимірювань електроопору на зразку соснової деревини

Місце проведення вимірювань	Отримані значення опору на зразку без вогнезахисту, кОм	Отримані значення опору на зразку з вогнезахистом, кОм
перша бічна поверхня:		
- уздовж волокон;	170	42
- поперек волокон.	150	24
друга бічна поверхня:		
- уздовж волокон;	147	20
- поперек волокон.	166	15
Основа	161	44

При проведенні вимірювань на поверхні підстави зразка опір зменшилася в середньому в 4 рази. Отже, виходячи з вищевикладеного, можна зробити

висновок, що зменшення поверхневого опору після вогнезахисної обробки зразка відбулося в 4-8 разів.

Після цього з поверхні зразка був зроблений зріз з метою проведення випробувань на приладі ПМП-1. В ході проведених випробувань було встановлено, що проба зразка після відключення полум'я газового пальника самостійного горіння більше 5 сек., Обвуглювання по всій площі, наскрізного прогорання не мала. Отже, поверхнева обробка вогнебіозахисним складом для деревини була проведена якісно. В результаті проведених досліджень було встановлено, що в разі якісного нанесення вогнезахисного складу на дерев'яні конструкції поверхневий опір деревини зменшується в 4-8 разів.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що наявність антипірену в деревини можна визначити, порівнюючи значення опору, отримане при вимірах на поверхневому шарі, а також всередині обсягу дерев'яної конструкції. При цьому, чим більше різниця в опорі порівнюваних проб, тим більше антипірену міститься в пробі. Отже, метод, за визначенням наявності вогнезахисної обробки, заснований на вимірюванні опору поверхневого шару деревини, можна використовувати в комплексі з експрес-методом контролю за [3] в ході контролю якості поверхневої вогнезахисної обробки дерев'яних конструкцій.

Для роботи з цим приладом пропонується наступний метод оцінки наявності або відсутності вогнезахисної обробки на досліджуваній конструкції:

1) проводяться виміри опору волокон на зразку деревини, ідентичному зразком, що підлягає дослідженню (при цьому вогнезахисна просочення на зразок не наноситься), результати вимірювань записуються, при цьому враховується вплив напрямку волокон на деревині;

2) на дослідний зразок деревини наноситься ВЗС тієї марки, що була нанесена на досліджувану конструкцію, і проводяться вимірювання, аналогічні п.1, результати вимірювань записуються;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		61

3) проводяться заміри опору на досліджуваній конструкції, результати вимірювань записуються;

4) проводиться порівняння результатів вимірів опору на зразку з п.п.1,2 зі Свіжоукладеною вогнезахисною обробкою і на зразку, що підлягає дослідженню. Велика різниця в показаннях тестера в порівнянні зі зразком деревини, обробленої ВЗС, і високі показники опору поверхневого шару досліджуваної деревини будуть свідчити про одне з наступних: або вогнезахисне засіб не було нанесено на досліджувану конструкцію, або воно піддалося зовнішнім атмосферним впливів і загубило свій антипіріруючий ефект.

Спочатку, відповідно до описаного вище методу, був виготовлений зразок деревини габаритами 150 × 60 × 30 мм, а також проведені вимірювання електропровідності його поверхневого шару. Потім після обробки зразка тим ВЗС, яким обробляли і досліджувані конструкції, були проведені аналогічні виміри, результати яких представлені в таблиці 3.2.

Табл. 3.2

Результати контрольних вимірів на зразку деревини

Місце проведення вимірювань	Значення провідності на зразку без вогнезахисту, ум. од.	Значення провідності на зразку з вогнезахистом, ум. од.
Перша бокова поверхня	170	42
Друга бічна поверхня	147	20
Основа	161	44

На підставі вищевикладеного можна зробити висновок про те, що пропонуване в даній роботі пристрій для неруйнівного експрес-контролю і методика його застосування при оцінці наявності / відсутності ВЗС на об'єктах захисту можуть бути застосовні на об'єктах захисту в подальшому.

## Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ЗАХИСНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ АНТИПІРЕНАМИ

### 4.1 Загальні положення.

Захисне оброблення деревини відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. Під час заключення трудового договору робітники повинні бути ознайомлені письмово з умовами праці на робочому місці.

До цієї роботи допускаються особи не молодші за 18 років і які пройшли:  
навчання по спеціальності в закладах освіти;  
медичний огляд;  
вступний інструктаж;  
інструктаж на робочому місці;  
попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Новоприйняті робітники після проходження інструктажу на робочому місці до почату самостійної роботи проходять стажування протягом 2 – 15 днів відповідно до наказу керівника.

Позачерговий інструктаж проводиться у разі введення нових нормативних актів по охороні праці, зміни умов праці, при перерві в роботі більше 30 днів, порушенні робітниками вимог нормативних документів.

Перевірку знань з питань охорони праці проводить комісія один раз на 12 місяців.

Робітник зобов'язаний:  
дотримуватись вимог охорони праці, виробничої санітарії, гігієни праці і протипожежної безпеки;  
працювати у виданому спецодязі і спецвзутті;  
користуватись необхідними засобами індивідуального захисту;  
своєчасно проходити медичний огляд;  
працювати тільки справним інструментом та обладнанням;  
виконувати тільки ту роботу, по якій проведений інструктаж;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		63



палити в спеціально відведених місцях;  
дотримуватись технологічної дисципліни;  
дотримуватись устанавленого порядку зберігання матеріальних цінностей і матеріалів;

приймати заходи до негайного усунення причин і умов, які перешкоджають виконанню робіт і негайно повідомити про це виконроба.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що діють на робітника:

дія ріжучого інструменту, порізи, удари рук при неправильному користуванні ручним інструментом та у разі його несправності;

забиття внаслідок неправильного перенесення та складування матеріалів, падіння предметів;

порізи пальців та пошкодження очей під час неправильного загострення інструменту;

ураження електрострумом під час користування електроінструментом;

падіння з висоти внаслідок несправності засобів підмоцнування, драбин;

недостатнє освітлення робочої зони, незахищеність робочого місця;

вплив на організм хімічних матеріалів що використовуються під час антисептування деревини.

Робітник забезпечується спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту у відповідності із галузевими нормами:

На роботах під час просочення деревини антисептиками:

костюм брезентовий – термін експлуатації 12 місяців;

гумові рукавиці – термін експлуатації 2 місяці;

черевики шкіряні - термін носіння 12 місяців.

На зовнішніх роботах зимою додатково повинні бути куртка та штани на теплій підкладці – термін носіння 48 місяців;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документу	Підпис	Дата		64

Спецодяг та спецвзуття повинні бути відповідного розміру та зросту.

Засоби індивідуального захисту:

для захисту голови від можливого падіння предметів зверху – захисний шолом;

для захисту від падіння з висоти – запобіжний пояс;

у разі виконання робіт по просоченню деревини антисептиками – наплічники брезентові, гумові рукавиці, захисні окуляри та респіратор.

Роботи по антисептуванню деревини, приготуванню суміші, а також навантаженню, розвантаженню та розпаковці хімічних матеріалів можуть виконувати працівники, які пройшли інструктаж по охороні праці щодо виконання цих видів робіт.

Під час виконання робіт з поверхневого оброблення дерев'яних конструкцій на висоті (на засобах підмоцвання, риштуваннях, драбинах тощо) робітник повинен пройти інструктаж з охорони праці по проведенню робіт на висоті. Забороняється виконувати всі роботи на неогороджених робочих місцях, розташованих на висоті 1,3 м і більше над землею або перекриттям, в неосвітлених або затемнених місцях.

У разі залучання робітника до стропування вантажів з використанням вантажопідіймальних механізмів, тесляр повинен мати посвідчення на право проведення робіт як стропальник.

Під час складування матеріалів слід пам'ятати, що:

штабель круглого лісу повинен мати перекладки між рядами та упори проти розкочування, висота штабеля не повинна бути більше його ширини, місткість його не повинна перевищувати  $1,5 \text{ м}^3$ ;

пиломатеріали складають в штабель, висота якого при рядовій укладці складає не більше половини ширини штабеля, а при укладці в клітку – не більше ширини штабеля;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		65

проходи між штабелями повинні бути не менше 1 м. Забороняється опирати матеріали та вироби на огороження, на елементи будівель та споруд.

До робіт по просоченню деревини антисептиками не допускаються працівники, які мали на шкірі порізи, тріщини, рани до обробки деревини. Крім того, робітник повинен бути ознайомлений з:

відомостями про токсичність вогнезахисних засобів згідно з токсиколого-гігієнічного паспорту (у разі інгаляційного впливу, потрапляння в шлунок, на шкіру, слизові оболонки тощо);

класом небезпеки вогнезахисного засобу за ступенем впливу згідно ГОСТ 12.1.007-76 [56];

вимогами щодо безпечного зберігання та способів знешкодження, умов використання та можливості забруднення засобами безпеки, правилами надання першої допомоги;

індивідуальними та колективними засобами захисту, які слід використовувати під час виконання робіт з вогнезахисного оброблення (вентиляційні системи згідно ГОСТ 12.4.021-75 [57], марки протигазів, респіраторів, захисних окулярів, засобів захисту від шуму, спеціальний одяг за ГОСТ 12.4.103-83 [58], захисні дерматологічні пасти за ГОСТ 12.4.068-79 [59] тощо).

Перед залученням до вантажно-розвантажувальних робіт виконавець повинен пройти інструктаж з питань охорони праці у разі виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Трудомісткі вантажно-розвантажувальні роботи повинні бути механізовані.

Ходити по території будівельного майданчика слід лише по встановлених місцях. В темний час доби ходити тільки по добре освітленій місцевості та за необхідності користуватись переносним освітленням. Бути обережним і уважним під час пересування.

Паління та прийом їжі повинні виконуватись в спеціально відведених

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		66

місцях.

Робітник несе особисту відповідальність за порушення вищевикладених вимог, в порядку встановленому Правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства та чинним законодавством України.

#### 4.2 Правила техніки безпеки під час проведення захисного оброблення деревини

Робітник повинен отримати завдання на виконання робіт, одягти спецодяг, спецвзуття і засоби індивідуального захисту.

Для підготовки робочого місця, технологічного устаткування на початку зміни повинен надаватись необхідний час. Слід оглянути робоче місце: робоче місце і проходи до нього очистити від сторонніх предметів, а в зимовий період – від снігу і льоду та посипати піском, перевірити наявність огороження небезпечних зон. Необхідно підготувати необхідний робочий інструмент і пристрої. Ручний інструмент перевіряється візуально, особлива увага приділяється щільності насадки його на ручках та загостренню.

Захисний шолом перед початком роботи оглядається на відсутність механічних пошкоджень. У разі роботи із запобіжним поясом перевірити його справність і термін випробування. Необхідно перевірити достатність освітлення на робочому місці.

Перед початком робіт по виконанню робіт в траншеях або котлованах перевіряти надійність кріплень стінок траншей і котлованів. Очистити краї котловану або траншеї в місцях укладення опалубки від каміння, обваленого ґрунту тощо.

Транспортування і зберігання антисептика повинні проводитися в щільній заводській тарі. Під час транспортування заборонено перебувати людям в кузові машини. Антисептики повинні зберігатися в приміщенні під замком.

Склади повинні бути розміщені на відстані не менше 300 м від житлових районів, джерел водозабезпечення, тваринних і птахоферм.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		67

Металеву тару можна використовувати в інших цілях (крім продуктів харчування і кормів) після знезараження. Поліетиленові мішки спалюють і закопують попіл на спеціальних ділянках.

Приготування просочувальних розчинів і паст повинно проводитися в приміщеннях з постійною вентиляцією, на відкритому повітрі або під навісом. В такому випадку робочі повинні стояти за вітром.

Сухий антисептик завантажується в бак після попереднього зволоження. Резервуари для приготування розчину повинні мати гідравлічні, парові або повітряні пристосування для перемішування. Ручне перемішування заборонене.

Ділянка, на якій виконується просочування повинна бути загорожена і біля неї поставлені попереджувальні знаки.

Просочування в ваннах можна проводити як в закритих, так і у відкритих приміщеннях обладнаних вентиляцією, ванни повинні мати водонепроникні щільні кришки. Верхня частина ванни повинна мати трубу для переливання і блокування з сигналізацією, що попереджує переповнення.

Неподалік ділянки для просочування повинен бути медпункт. Знищення залишків антисептика допускається як крайня міра в спеціально відведених місцях.

У разі виявлення порушень у роботі технологічного устаткування необхідно оповістити керівника робіт і не приступати до роботи поки не будуть усунені виявлені порушення.

Під час виконання робіт із захисного оброблення деревини слід дотримуватися таких правил безпеки:

обтісування деревини необхідно виконувати з правої сторони в напрямку від основи до верхів'я, становитися необхідно так, щоб права нога знаходилась, як можна далі від деревини. Під час тесання сокирою оброблювальна деревина повинна знаходитись на підкладках, що виключають її самовільне зсування та скочування;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		68

обробка матеріалів повинна виконуватись на жорсткій основі (землі, перекритті). Забороняється виконувати роботи по захисній обробці деревини на настилах засобів підмоцнування – риштуваннях, помостах. На них допускається лише збирання, монтаж та пересування деталей. Вимоги безпеки під час роботи на висоті встановлюються інструкцією з питань охорони праці по проведенню робіт на висоті;

у разі перенесення вручну пиломатеріалів, колод, брусків працівники повинні бути одного зросту і нести брус або колоду тільки на правому або тільки на лівому плечі. Скидати з пліч або опускати піднесенні матеріали необхідно одночасно по команді та на підготовлену площадку;

з колод та дощок від розбирання дерев'яних конструкцій, засобів підмоцнування необхідно видаляти скоби, загинати цвяхи;

конструкції огороження засобів підмоцнування повинні складатися з стояків, струганого поручня, розташованого на висоті не менше 1,1 м від робочого настилу, одного проміжного елемента та бортової дошки висотою не менше 1,5 см. Ширина настила на засобах підмоцнування повинна бути не менше 2 м – для кам'яних, 1,5 – для штукатурних, 1 м – для малярних та монтажних робіт. Настили на засобах підмоцнування повинні мати рівну поверхню з щілиною між дошками не більше 5 мм. З'єднання щитів допускається тільки по їх довжині, причому кінці елементів, що стикуються, повинні знаходитись на опорі і перекривати її не менше ніж 0,2 м на кожную сторону. Під час улаштування риштувань зазор між робочим настилем і стіною будівлі повинен бути 150 мм;

засоби підмоцнування необхідно встановлювати на сплановану площадку, на щільні дерев'яні підкладки товщиною не менше 5 см, покладені під кожную пару стояків перпендикулярно до стіни будівлі. Не дозволяється вирівнювати підкладки за допомогою цеглини, каменів, відрізків дощок;

під час улаштування засобів підмоцнування (ришування) тесляр повинен керуватися отриманими від керівника робіт проектом виконання робіт або

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		69

технологічною картою. Забороняється кріпити ришування до парапетів, карнизів, труб, балконів та інших виступаючих конструкцій будівлі;

для закріплення котлованів, траншей глибиною до 3 м в грантах природної вологості (крім піщаних) застосовуються дошки товщиною не менше 40 мм, а грунтах піщаних з підвищеною вологістю – не менше 50 мм, що закладаються за вертикальні стійки у притул до ґрунту з кріпленням до стінок. Встановлювати стійки кріплення необхідно згідно проекту виконання робіт, але не рідше ніж через 1 м; під кінцями розпірки (зверху і знизу) необхідно прибивати бобишки. Допускається випускати верхні дошки кріплення над бровками траншей не менше ніж на 15 см;

розбирання дощаних кріплень котлованів і траншей виконуються знизу вверху. Кількість одноразово видалених дощок по висоті не повинно перевищувати трьох, а в сипучих і нестійких грунтах – однієї дошки. Розбирання кріплення повинно виконуватись в присутності керівника робіт.

у разі роботи на дощатій основі покрівлі робітник повинен користуватись запобіжним поясом, який закріплюється до страхової мотузки або до надійних частин будівлі в місцях вказаних керівником робіт;

під час проведення робіт в темну пору необхідно забезпечити достатню освітленість робочого місця, забороняється виконувати роботи за поганого освітлення робочого місця;

забороняється виконувати роботи на покрівлі з засобів підмоцнування під час ожеледиці, густого туману, грози, снігопаді, за швидкості вітру 15 м/с і більше;

будівельне сміття дозволяється спускати з покрівлі, перекриття, засобів підмоцнування тільки по закритих жолобах або в закритих ящиках, контейнерах за допомогою вантажопідіймальних механізмів;

роботи з просочення деревини антисептиками повинні виконуватись із застосуванням захисних окулярів та респіратора;

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документу	Підпис	Дата		70

під час виконання роботи працівник повинен дотримуватись вимог санітарних норм і правил особистої гігієни. Забороняється паління, збереження та вживання їжі на робочому місці;

про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні терміново повідомити безпосередньо керівника робіт або іншу посадову особу і вжити заходів до надання необхідної допомоги.

Після закінчення робіт слід:

відключити технологічне устаткування, що використовувалось під час роботи, від мережі живлення;

прибрати робоче місце від сміття та матеріалів;

витерти робочий інструмент, надіти на загостренні частини інструменту запобіжні футляри (чохли);

ручний інструмент та пристрої скласти у спеціально відведене місце – шафу;

обладнання і інструменти, що застосовувались під час захисної обробки, необхідно обмити і віднести у складське приміщення, а тару з під антисептичних сумішей слід утилізувати;

зняти спецодяг, спецвзуття, очистити його від пилу та іншого бруду, покласти у відведене для зберігання місце та переодягтися. Забороняється зберігати чистий (домашній) та робочий одяг в одній шафі;

помити руки та обличчя водою з милом;

повідомити керівника робіт про всі несправності, що мали місце під час роботи;

для прибирання місця, технологічного устаткування повинен надаватись в кінці зміни необхідний час.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		71



## ВИСНОВОК

1. Встановлено, що найбільш поширеними речовинами, застосовуваними при розробці рецептур ВЗС для поверхневого просочення деревини, є такі хімічні сполуки, як рідке скло, бішофіт, сода, сечовина і діамонійфосфат. Проведено ранжування антипіренів за показниками пожежної небезпеки деревини, що пройшла поверхневу вогнезахисну просочення. Розроблено рецептуру ВЗС, що включає в себе 20% бішофіту, 10% рідкого скла і воду. КІ просочених цим складом зразків деревини склав 44,7% об.

2. Розроблено пристрій, що дозволяє виробляти якісну експрес-оцінку наявності ВЗС на будівельних виробках з деревини заснований на вимірюванні електроопору.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		72

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Способы и средства огнезащиты древесины: Руководство. – М.: ВНИИПО МВД РФ, 1994. – 36 с.
2. Леонович А.А. Огнезащита древесины и древесных материалов. – С.-П.: ЛТА, 1994. – 126 с.
3. НПБ 251-98. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытания. – М.: МВД РФ, 1998
4. Пожарная опасность строительных материалов / А.Н. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко [и др.]; Под. ред. А.Н. Баратова. – М: Стройиздат, 1988. – 380 с.
5. Changjiang Zhu, Mingshan He, Yu Liu, Jianguang Cui, Qilon Tai, Lei Song, Yuan Hu. Synthesis and application of a mono-component intumescent flame retardant for polypropylene [Текст]. In: Polymer Degradation and Stability Volume 151, May 2018.
6. White R. H. Analytical methods for determining fire resistance of timber members [Текст]. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, New York, Springer, 2016.
7. White R. H. Fire resistance of wood with members with directly applied protection. Proceedings of 11th International Conference and Exhibition «Fire and Materials 2009». UK, London, Interscience Communications, 2009. 971 p. Available at. [Электронный ресурс] <http://naldc.nal.usda.gov/download/44930/PDF> (19.06.2017)
8. Пінчевська О.О. Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Гідротермічна обробка та консервування деревини» / О.О. Пінчевська, В.С. Коваль, В.М. Гриб. – К.: НАУ, 2003. – 54с.
9. Жартовський В.М., Жартовський С.В. Про деякі невідповідності стандартизованих методів і методик визначення вогнезахисту виробів з деревини умовам їх експлуатації / В.М. Жартовський, С.В. Жартовський // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2010. – №1. – С.95-102.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		73

10. Wood handbook—Wood as an engineering material / Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. – Madison: Forest Products Laboratory, 1999. – p.463.

11. Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон. - М.: Химия, 1985 – 208 с.

12. Мельников Б.Н., Захарова Т.Д., Кириллова М.Н. Физико-химически основы процессов отделочного производства. М., 1982.

13. НПБ 251-98. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытания. – М.: МВД РФ, 1998.

14. Сертифікована просочувальна вогнезахисна речовина «РУБІЖ» [Електронний ресурс]. – URL: <http://vognebiozahyst-rubizh.com>

15. Регламент робіт з вогнезахисту ДСА 1 та ДСА 2 [Електронний ресурс]. - [http://sealants.com.ua/advice/reglament\\_po\\_primeneniyu\\_dsa\\_1\\_i\\_dsa\\_2/](http://sealants.com.ua/advice/reglament_po_primeneniyu_dsa_1_i_dsa_2/)

16. RAUM-PROFIE - огнебиозащитный состав [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.raum-profie.ru>

17. Суперефективні економічні засоби захисту деревини з чехії [Електронний ресурс] <https://lignofix.com.ua/>

18. Vidaron. [Електронний ресурс] <https://www.vidaron.com.ua/>

19. NEOMID 450 - средство огнебиозащиты древесины [Электронный ресурс]. – URL: <https://neomid.ua>

20. Абрамов А.А. Огнезащита кабелей, металлических и деревянных конструкций // Бизнес и безопасность. – 2000. – №4. – С. 4 – 5.

21. ГОСТ 25130-82 Покрытие по древесине вспучивающееся огнезащитное ВПД. Технические требования.

22. Пат. 2224775 Россия, МПК С 09 D 5/18. Огнезащитная вспучив ющая краска / Заваткин С.С., Фалора В.Н., Владиславлева Е.Ю. (Украина) №20031109227/04; Заявл. 17.04.2003; Опубл. 27.02.2004.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		74

23. ДСТУ 4479-2005 Речовини вогнезахисті водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробування.
24. Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Горение древесины и ее пожароопасные свойства: монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 262 с.
25. Балакин В.М., Полищук Е.Ю. Азот-фосфорсодержащие антипирены для древесины и древесных композиционных материалов (Литературный обзор) // Пожаровзрывобезопасность. – 2008. – Т. 17. – № 2.
26. Балакин В.М., Полищук Е.Ю., Рукавишников А.В. Огнезащитные составы и покрытия на основе аминокальдегидных олигомеров (литературный обзор) // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19. – № 4.
27. Афанасьев С.В., Балакин В.М. Теория и практика огнезащиты древесины и древесных изделий: монография. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2012. – 138 с.
28. Термоокислительное разложение нового огнезащитного средства для древесины – «Frackfire» [Электронный ресурс] / Асеева Р.М., Вахрушев Л.П., Ломакин С.М. [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – № 1 (59).
29. Пат. 7851 А Украины, МПК С 04 В 7/14. Огнезащитный состав / Крикунов Г.Н., Беликов А.С., Залуин В.Ф. (Украина). №4861497/33; Заявл. 26.04.94; Опубл. 21.12.94.
30. Пат. 22322 А Украины, МПК С 04 В 7/14. Огнезащитный состав / Крикунов Г.Н., Беликов А.С., Довгань В.Н. (Украина). №9611451; Заявл. 04.11.96; Опубл. 01.04.98.
31. Патент РФ № 2011136737/13, 06.09.2011. Кривцов Ю.В., Максименко Н.А., Максименко С.А., Мельников Н.О. Способ получения огнебиозащитного состава // Патент России № 2486051. 2013. Бюл. № 35.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		75

32. Патент РФ № 2012129756/05, 16.07.2012. Лукьяненко Н.А., Лукьяненко К.Н., Веренкова Э.М. Композиция для огнебиозащитной пропитки древесины // Патент России № 2538256. 2015. Бюл. № 3.

33. Патент USA № 20080258121, 23.04.2007. H.Farooq. Fire retardant composition // Патент United States of America № 11/738,662. 2008.

34. Патент CN № 20131591595, 22.11.2013. Gao Tianhong. Novel wood fire retardant // Патент China № 104647510(A). 2015.

35. Патент CN № 20131592211, 22.11.2013. Gao Tianhong. Inorganic fire retardant for wood fire retardation treatment, and preparation method thereof // Патент China № 104647529(A). 2015.

36. Патент CN № 20131602350, 26.11.2013. Qingdao tongchuang energy saving environmental prot engineering Co Ltd. Low-cost and high-efficiency and composite wood fire retardant and preparation method thereof // Патент China № CN104647544(A). 2015.

37. Патент CN № 20131614910, 28.11.2013. Qingdao jiayiyang industry and trade Co Ltd. Phosphorus-nitrogen-containing wood fire retardant and preparation method thereof // Патент China № 104669382(A). 2015.

38. Патент CN № 20131720580, 24.12.2013. Shifang midee wood industry Co Ltd. Environment-friendly and fireproof wood fire-retardant liquid // Патент China № 104723427(A). 2015.

39. Патент РФ № 2005116003/04, 26.05.2005. Левичев А.Н., Павлюкович Н.Г., Казиев М.М., Валецкий П.М. Огнезащитный состав для обработки древесины // Патент России № 2299229. 2006. Бюл. № 14.

40. Пат. 60777 А Украина, МКИ С 08 L 63/02. Полімерна композиція зниженої горючості для наливних підлог / Яковлева Р.А., Марченко І.О., Семкив О.М., Довбіш А.В., Попов Ю.В., Коваленко А.С. (Україна). №2003021492 Заявл. 20.02.2003. Опубл. 15.10.2003.

41. Пат. 6102995 США, МПК В 32 В 5/16. Вспучивающиеся системы с высокими характеристиками для придания тепло- и пламя стойкости термически

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		76

нестабильным подложкам / Hutchings David A., Qureshi Shahid P., Foucht Millard E., Sampson Richard D., Mc Vay Ted M. (США); №09/035898; Заявл. 06.03.1998; Опубл. 15.08.2000.

42. Наказ МВС України №1064 від 26.12.2018 Про затвердження правил з вогнезахисту

43. ДСТУ 1.0-93 Державна система стандартизації України. Основні положення

44. Горение органического топлива / А.А. Кудинов. -М.: Инфра-М, 2015. –390 с.

45. Гаращенко Н.А., Гаращенко А.Н., Рудзинский В.П. Теплотехнические расчеты огнестойкости деревоклееных конструкций с огнезащитой // Монтажные и специальные работы в строительстве. -2006. - № 10. –С.14 –18

46. Голованов В.И. и др. Строительные конструкции и материалы: исследование огнестойкости, пожарной опасности, средств огнезащиты // Пожарная безопасность. –2012. –№ 2. – С. 79 –88.

47. Контроль качества огнезащитной обработки // Дерево.ru. – 2011. – №1. – С.132-134.

48. Способы и средства огнезащиты древесины: Руководство. – М.: ВНИИПО МВД РФ, 1994. – 36 с.

49. Шафран Л.М., Гудович О.Д., Харченко І.О., Бут В.П. Аналітичні дослідження методів визначення токсичності продуктів горіння речовин та матеріалів.// Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2004, №1 (9). – С. 38 – 54.

50. Загальна характеристика лісів України [Електронний ресурс] [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=62921](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921)

51. Корнеев В.И., Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло. – Санкт- Петербург: Стройиздат, СПб., 1996.— 216 с.

52. ГОСТ 8515-75 Диаммонийфосфат. Технические условия (с изменениями № 1,2,3,4,5). – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 26 с.

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		77

53. Мельников Б.П., Кудрявцева И.А. Производство мочевины. – М.: Химия, 1965. – 168 с.

54. ГОСТ 7759-73 Магний хлористый технический (бишофит). Технические условия (с изменениями № 1, 2, 3) – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 18 с.

55. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044–89. – [Чинний від 1991-01-01]. – М.: Стандартиформ, 2006. – 99 с. – (Межгосударственный стандарт).

56. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007-76. – [Чинний від 1977-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1976. – 5 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).

57. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования: ГОСТ 12.4.021-75. – [Чинний від 1977-01-01]. – М.: Стандартиформ, 2007. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).

58. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация: ГОСТ 12.4.103-83. – [Чинний від 1984-07-01]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. – 10 с. – (Межгосударственный стандарт).

59. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования: ГОСТ 12.4.068-79. – [Чинний від 1980-07-01]. – М.: Стандартиформ, 2006. – 5 с. – (Межгосударственный стандарт).

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		78

# Додатки

					НУЦЗУ.2.2019-19. СХ та ХТ. РПЗ-9	Лист
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		79