

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 першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему: «Дослідження впливу комплексних добавок на властивості
вогнезахисних композицій на основі рідкого скла»

Виконав: здобувач вищої освіти 4
курсу за першим (бакалаврським)
рівнем вищої освіти,
групи ХТс-20-245
галузі знань (освітньо-професійної
програми)
16 «Хімічна інженерія та
біоінженерія»,
за спеціальністю «Хімічні технології
та інженерія», (ОПП «Радіаційний та
хімічний захист»)

Кирило МОЇСЕЄНКО

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Ольга СКОРОДУМОВА

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Антон ЧЕРНУХА

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Харків – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) оперативно-рятувальних сил

Кафедра спеціальної хімії та хімічних технологій

Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»

(назва)

Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»

(назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри спеціальної
хімії та хімічної технології

Євген СЛЕПУЖНИКОВ

« » 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА ПІДГОТОВКУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Моїсеєнка Кирила Вячеславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження впливу комплексних добавок на властивості вогнезахисних композицій на основі рідкого скла»

керівник роботи Скородумова Ольга Борисівна д.т.н., професор

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

затверджені наказом НУЦЗ України від «15» квітня 2024 року № 63

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «07» червня 2024 року

3. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах: рідке скло, ортофосфатна кислота, оцтова кислота, діамонійгідрофосфат, амоній дігідрофосфат, дігідрофосфат натрію.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): написання літературного огляду, приготування експериментальних вогнезахисних композицій та покриттів, підведення підсумків дослідження, написання розділу з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень/слайдів): мультимедійні слайди в кількості 17 штук.

6. Консультанти за розділами кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Гапон Ю.К., доцент кафедри спеціальної хімії та хімічної технології	15.04.2024	22.05.2024

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва заходів кваліфікаційної роботи	Строк виконання заходів роботи	Відмітка про виконання
1	Отримання завдання	15.04.2024	
2	Аналітичний огляд літератури та збір потрібної інформації	20.04.2024	
3	Виявлення методики дослідження та характеристик вихідних реактивів	01.05.2024	
4	Винаходження складу вогнезахисних композицій на основі рідкого скла для будівельних матеріалів	14.05.2024	
5	Оформлення розділу з охорони праці	22.05.2024	
6	Подання роботи на рецензування	28.05.2024	
7	Подання роботи на попередній захист	05.06.2024	
8	Подання роботи на захист	12.06.2024	

**Завдання одержав
здобувач вищої освіти**

(підпис)

Кирило МОЇСЄЄНКО

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Завдання надав
керівник роботи**

(підпис)

Ольга СКОРОДУМОВА

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Звіт про КР : 44 с., 13 рис., 4 табл., 19 джерел, 2 додатки.

Ключові слова: будівельні матеріали, вогнестійкість, золі кремнекислоти, вогнезахисні покриття, антипірени.

Об'єкт досліджень: вогнезахист будівельних матеріалів.

Мета роботи: Дослідити вплив фосфатовмісних добавок на властивості вогнезахисних композицій для будівельних матеріалів.

Стислий зміст роботи та висновки:

Проведено огляд та аналіз досліджень пов'язаних з характеристикою будівельних матеріалів із деревини, підвищенням їх вогнестійкості та одержання вогнезахисних покриттів. Виконано вогневі дослідження зразків деревини, покритих експериментальними складами вогнезахисних композицій на основі рідкого скла. Досліджено вплив вмісту ортофосфатної кислоти на вогнезахист деревини. Визначено, що на якість вогнезахисту впливає не тільки характер поліконденсації в композиції, але й ступінь однорідності розподілення мікронеоднорідностей в момент формування покриття. Досліджено вплив фосфатного буферного розчину на вогнезахисні властивості покриттів. Показано, що додавання 25% фосфатного буферу забезпечує підвищення вогнезахисту зразків деревини та переводить їх до групи важкогорючих матеріалів.

Область використання: розроблені склади вогнезахисних композицій можуть бути використанні для вогнезахисту будівельних оздоблювальних матеріалів.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	10
1.1 Загальні відомості та класифікація будівельних матеріалів	10
1.2 Види вогнезахисних покриттів	11
1.3 Захист матеріалів і конструкцій з дерева під час пожежі.....	12
1.4 Вогнезахист полімерних будівельних матеріалів.....	15
1.5 Токсичність продуктів горіння полімерних будівельних матеріалів	18
1.6 Висновки до розділу.....	19
Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1. Характеристика вихідних компонентів.....	21
2.2 Методика отримання експериментальних золів та вогнезахисних покриттів.....	21
2.3 Методи дослідження експериментальних композицій	22
Розділ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОСФАТОВМІСНИХ ДОБАВОК НА ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ ПО ДЕРЕВИНІ	24
3.1 Дослідження впливу вмісту ортофосфатної кислоти на вогнезахисні властивості покриттів	24
3.2 Дослідження впливу вмісту фосфатних буферних розчинів на вогнезахисні властивості покриттів	28
3.3. Висновки за розділом	35
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	36
4.1 Завдання охорони праці	36
4.2 Небезпечні фактори	37
4.3 Шкідливі фактори	38

НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01				
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Моїсеєнко К.В		
Перев.		Скородумова О.Б.		
Н. Контр.		Скородумова О.Б.		
Затвердив		Слепужніков Є.Д.		
Дослідження впливу комплексних добавок на властивості вогнезахисних композицій на основі рідкого скла				
		Літ.	Лист	Листів
			5	44
ХТс-20-245				

4.4 Запобігання травмам	39
4.5 Аналіз травматизму	40
4.6 Висновки за розділом	41
ВИСНОВКИ	42
Перелік використаних джерел літератури	43

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДК – Гранично допустима концентрація

ДБН – Державні будівельні норми

ДСН – Державні санітарні норми

ДСНС – Державна служба України з надзвичайних ситуацій

ДСТУ – Державні стандарти України

ЗІЗ – Засоби індивідуального захисту

КЗпП – Кодекс законів про працю України

МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій України

ПБМ – полімерний будівельний матеріал

ППУ - пінополіуретани

ССБП – Система стандартів безпеки праці

ISO–International Organization for Standardization (міжнародна організація зі стандартизації)

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

В Україні за останні роки спостерігається збільшений інтерес до наукових досліджень щодо створення ефективних засобів захисту будівельних конструкцій від пожежі та їх впровадження.

Будівельні матеріали із деревини та полімерів мають серйозний недолік - вони легко горять та швидко поширюють полум'я. Це призводить до серйозних матеріальних збитків та загрози для життя і майна через випуск диму, токсичних речовин та теплової небезпеки [1].

Вогнезахист гарантує обмеження поширення вогню та може навіть зупинити його розвиток на ранніх стадіях. Для цього використовуються спеціальні вогнезахисні речовини.

Збільшення вогнестійкості будівельних матеріалів стає ще більш актуальним у майбутньому. Цього можна досягти за допомогою покриття та просочення горючих матеріалів вогнезахисними речовинами. Проте не всі використовувані речовини є безпечними, і деякі з них мають обмежений термін дії. Тому для вогнезахисних речовин встановлені певні вимоги, такі як збереження властивостей будівельного матеріалу, відсутність неприємного запаху, зміни кольору, текстури та іншого при їх обробці [2].

Аналіз, проектування, регулювання та управління пожежною безпекою матеріалів вимагає глибшого розуміння процесів горіння та їх поширення в момент пожежі, враховуючи різноманітні фактори, що впливають на цей процес. Оцінка пожежної небезпеки матеріалів для будівництва є складною задачею через велику кількість змінних. Серед них важливі властивості та склад матеріалу, умови навколишнього середовища та вплив огорожувальних конструкцій. [2].

Мета роботи – дослідити вплив фосфатовмісних добавок на властивості вогнезахисних композицій для будівельних матеріалів..

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Загальні відомості та класифікація будівельних матеріалів

Будівельні матеріали — природні та штучні речовини, які застосовують у будівництві для зведення і опорядження будівель та споруд безпосередньо або як попередньо заготовлені будівельні вироби і будівельні конструкції [1].

Будівельними матеріалами є усі види конструкційних, оздоблювальних і декоративних матеріалів, які використовуються в будівельній практиці:

1) природні – кам'яні (граніт, пісковик, мармур, тощо) , земельні (пісок, глина, тощо), дерев'яні (хвойні та листяні породи дерева).

2) штучні – цемент, гіпс, бетон, керамзит, металеві конструкції та інші.

З фізичних властивостей можна виділити щільність, пористість, вологостійкість, та саме головне в нашій роботі це вогнетривкість.

Хімічні властивості – це здатність протистояти лугам та кислотам та їх стійкість до інших дій агресивного середовища [1].

Зважаючи на те, що більшість будівельних матеріалів схильні до запалення, а майже все, що нас оточує, і є ці самі матеріали, наявність пожежного захисту має першочергове значення для захисту людей та матеріальних цінностей, які можуть зазнати пошкодження при пожежі.

Наприклад під час горіння синтетичних матеріалів виділяється багато чадного газу, вони починають плавитися, що призводить до великої кількості жертв серед людей. У той час як горіння природних матеріалів зазвичай супроводжується карбонізацією і не призводить до таких жахливих наслідків як розплавлення чи розм'якшення.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Види вогнезахисних покриттів

Покриття - штучно сформований на поверхні виробу або конструкції шар, що відрізняється від матеріалу основи за складом і фізико-хімічними властивостями.

За характером розташування на поверхні покриття підрозділяються на нашаровані і дифузійні.

Нашарування покриття - покриття, сформоване на зовнішній поверхні виробу або конструкції, що має чітку межу розділу з основою.

Дифузійне покриття - покриття, сформоване за рахунок впровадження в матеріал основи без істотної зміни початкових розмірів виробу. Можливі покриття, що мають проміжний характер (дифузійно-нашаровані).

За матеріалом покриття підрозділяють на металеві, неметалеві і комбіновані [2].

Не зважаючи на тип вид та принцип покриття, головна роль цих заходів – збереження деревини від теплового впливу вогню на неї. Але все ж таки вони відрізняються один від одного побічними властивостями, які також мають важливе значення для збереження захисту поверхні матеріалу. Наприклад матеріали формують коксовий шар або поглинають тепло через розкладання, виділяють гази, яке зменшую швидкість та процес горіння.

Хімічне осадження - утворення захисного покриття на поверхні металевих виробів за рахунок осадження іонів металу з водного розчину хлориду металу без застосування електричного струму від зовнішнього джерела. Використовують для покриття бронзою, латунню, міддю, золотом, нікелем, оловом та іншими [2].

Нанесення гарячого металопокриття зануренням - утворення покриття шляхом занурення металевого виробу в ванну розплавленого металу (Zn, Sn, Pb).

Дифузійне насичення - насичення поверхневого шару виробу при високій температурі з використанням порошкоподібної або пастоподібної композиції на основі металу або сплаву (цинкування, хромування, сульфидування), що проводиться в декоративних цілях і для підвищення зносостійкості виробів [2].

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		11

1.3 Захист матеріалів і конструкцій з дерева під час пожежі

Деревина, яка вважається одним з найдавніших і найпоширеніших матеріалів у світі, має багато переваг з точки зору її використання в будівництві. Це природний ресурс, який може бути відновлений як органічний матеріал, простий в обробці і має високу тривалість життя. Важливо підкреслити, що він не становить серйозної загрози для навколишнього середовища і, на відміну від деяких інших матеріалів, може бути перероблений. Однак слід мати на увазі, що деревина як будівельний матеріал має істотний недолік - це вибухонебезпечна речовина, яка представляє серйозну загрозу виникнення і поширення пожеж. Тому перед використанням в будівельних цілях слід приділяти першочергову увагу захисту деревини від вогню, щоб запобігти виникненню і поширенню вогню [3].

Дерево можна розділити на 2 основні категорії: хвойні та листяні. Структура і хімічний склад двох видів дуже різні. Таким чином ми маємо що класифікація видів і вміст вологи в деревині сильно впливають на її захист до вогню. Процес горіння майже завжди включає в себе карбонізацію, але наявність неорганічних речовин, таких як антипірени, може вплинути на швидкість цього процесу, що призводить до утворення більше деревного вугілля та менш горючих летких речовин [3].

Сучасні вогнезахисні покриття мають більш складний багатокомпонентний склад і виготовляються з використанням новітніх хімічних технологій, що значно підвищує ефективність протипожежного захисту. Завдяки поверхневому шару захисний матеріал також гарантує, що більш глибокий шар деревини не згорить через утворення негорючих речовин на поверхні деревини [2].

Часто вироби з деревини піддаються обробці вогнезахисними хімікатами задля поліпшення їх властивостей. Це необхідно для відповідності будівельним нормам, які затверджують вогнезахист матеріалів під час пожежі та інших випадках. Такі хімікати можуть застосовуватися шляхом обробки під тиском або включення до складу поверхневого покриття.

Використання антипіренів під тиском значно підвищує вогнестійкість поверхні виробів з дерева. Однак цей процес може зменшити міцність самої деревини.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		12

Для ефективного протипожежного захисту деревини необхідно усунути не тільки горіння, але і тління.

Головним показником, що характеризує рівень захисту від вогню для оброблених деревних матеріалів, є його вогнестійкість. Крім цього, сучасні рідини виконують роль антисептика антипірену для деревини.

1. Перша група. Застосування цим складом має гарантувати повноцінний захист при всіх етапах впливу вогненної стихії – прямий контакт з вогнем, відносно невеликий термічний вплив тощо.

2. Друга група. Рекомендовані для використання лише при формуванні захисту від спалаху. Якщо час прямого впливу полум'я перевищить певну норму – розпочнеться процес горіння дерева [4].

У таблиці 1.1 показано антипірени, що використовуються для вогнезахисного оброблення деревини.

Таблиця 1.1

Перелік основних антипіренів

Формула	Назва
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	Фосфорнокислий амоній двозаміщений. Діамоній фосфат
$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	Фосфорнокислий амоній однозаміщений. Фосфат амонію
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Бура тетраборнокислий натрій
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Гідроксид алюмінію

Захисні препарати - інгібітори - діляться на дві групи: засоби для просочення пакувальних матеріалів і засоби для створення на поверхні виробів захисної плівки [3].

Існують різні методи просочення для отримання вогнестійкої деревини:

- Поверхнєве проникнення;
- Вогнестійке наповнення;
- Обробка поверхні.

Підхід до протипожежного захисту визначається характеристиками самого протипожежного засобу, характеристиками об'єктів, що вимагають протипожежного захисту, і наступними умовами експлуатації.

Під вогнезахисним просоченням розуміється виконання технічних протипожежних робіт з використанням проникного антипірену на матеріалі, який необхідно просочити. Проникнення в поверхню здійснюється за допомогою різних інструментів, таких як пензлі, щітки та валики, для нанесення на поверхню або за допомогою механічних пристроїв для розпилення повітрям або безповітряним розпиленням. Це також може включати методи занурення та гарячої та холодної ванни [5].

Фізичні та механічні властивості, такі як міцність, щільність, пористість та водопоглинання, не можуть бути чітко визначені через невелику товщину покриття. Слід враховувати, що на механічні властивості покриття в значній мірі впливають властивості підкладки. Багато досліджень показали, що чим вище властивості покриття, тим міцніше підкладка. Ця властивість також залежить від характеру зчеплення покриття з підкладкою, товщини покриття, наявності прошарку, клею і так далі. Чим товще покриття, тим нижче його фізичні та механічні властивості [2].

Розрізняють такі як: здатні до спучення, вогнетримувальні і металізовані покриття. Нанесення захисних покриттів на поверхню деревини запобігає або ж уповільнює запалювання і гальмує швидкість при якій іде поширення полум'я по поверхні [5] (рис 1.1). Вогнезахисними факторами тут можна виділити:

- 1) теплоізоляційний шар, що уповільнює прогрівання деревини;
- 2) екрануючий шар, який відбиває теплове випромінювання полум'я;
- 3) ізолюючий шар, функція якого це ускладнений вихід горючих та летких продуктів і доступ кисню до поверхні горіння;
- 4) негорючі гази, які виділяються при термодеструкції покриття, розбавляють горючі леткі продукти і інгібують ланцюгові радикальні процеси горіння, які спостерігаються при термічному розкладанні спеціальних добавок покриттів;

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

5) каталізатори, що утворюються з компонентів покриття і змінюють напрямок піролізу речовин деревини за механізмом дії ефективних антипіренів [6].



Рис.1.1 – Обробка деревини вогнестійким засобом

До полімерних антипіренових покриттів відносяться такі препарати, як меламін-формальдегідні смоли, суміші фенольних і акрилових смол (наприклад, Purotech). Використовується в якості сполучної суміші фарб на основі карбаміду, антипіренів і волокнистих компонентів

Бар'єр 87 – найбільш ефективний у поєднанні з ортофосфатами, але завдяки високій розчинності у воді з утворенням кислого або лужного середовища, як у випадку з силікатними фарбами [7]. В результаті обробки міцність дерев'яних елементів не зменшується, а колір практично не змінюється, хоча деревина стає важчою. Промочена бромом деревина не горить під впливом вогню.

1.4 Вогнезахист полімерних будівельних матеріалів

Полімер це велика молекула, або макромолекула, котра складається з багатьох субодиниць. Через їх широкий спектр властивостей, синтетичні і природні полімери відіграють найважливішу і всюдисущу роль в повсякденному житті [7]. Полімери в діапазоні від знайомих синтетичних пластмас, таких як полістирол природний біополімер, таких як ДНК і білки, які є основоположними

для біологічної структури і функцій. Полімери, як природні і синтетичні, створюються за допомогою полімеризації багатьох малих молекул, відомих як мономери [8].

В будівництві матеріали з полімеру можуть використовуватися як ізоляційні матеріали, декоративні матеріали та оздоблювальні матеріали. Однак вони мають низьку термостійкість. При згорянні або впливу вогню полімеру виділяються токсичні речовини, і утворення диму відбувається набагато масивніше, ніж в деревині [9].

Для підвищення вогнестійкості полімерних будівельних матеріалів необхідна хімічна модифікація полімеру, додавання наповнювачів, антипіренів і антипіренів, нанесення антипіренових покриттів і комбінація цих методів [9].

Механізм горіння та піролізу полімерів можна ілюструвати через схему (рис. 1.2), де R позначає молекулу полімеру. Виділення атомарного водню і гідроксильних радикалів призводить до утворення розгалуженого ланцюга, що сприяє поширенню фронту полум'я у газовій фазі [9].

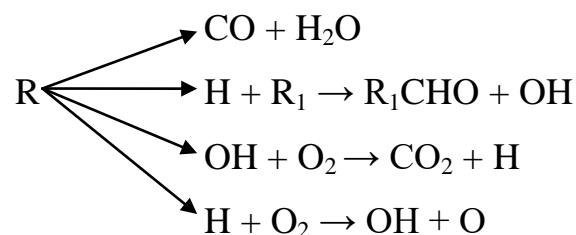


Рис.1.2 – Схема горіння полімерів

У кожного типу полімеру є свій спосіб підвищення вогнестійкості. На сьогоднішній день застосування вогнетривких покриттів на полімерних будівельних матеріалах обмежена. Існують перспективи створення полімерних будівельних матеріалів, що складаються в основному з неорганічних полімерів з мінімальним вмістом органічних речовин і термостійких полімерів, які при розкладанні виділяють негорючі і нетоксичні летючі продукти [9]. Додавання антипіренів без ефективних наповнювачів та інших захисних покриттів може зменшити кількість продуктів газифікації та згорання. Антипірени які

використовуються містять 2 типи хімічно-активних сполук, вбудованих в молекулярну структуру полімерів. Антипірени, що містять фосфор або бор, можуть перешкоджати горінню і повторному займанню полімеру після горіння [10].

За механізмом дії, антипірени поділяють на декілька груп:

- Створюють захисну плівку при цьому збільшуючи коксування.
- Блокуючи радикальні процеси в газоподібній фазі.
- Здатні розкладатися та звільняти негорючі газові групи

Існують речовини які самі по собі не являються антипіренами, але все ж можуть зробити більш ефективним їх дію - синергісти. Наявним прикладом будем для нас триоксид сурми [11].

До антипіренів і синергістів є значні вимоги до їх характеристик:

- велика ефективність в знешкодженні полум'я;
- значна взаємодія з полімерами;
- відсутність токсичних аспектів;
- доступність;
- мінімально зменшений вплив на фізико-механічні властивості

матеріалу [12].

Для збільшення стійкості термостійких полімерів та їх якісних характеристик до вогню треба додати антипірени у невеликих концентраціях. Наприклад, введення ізоціануратних ланцюгів у структуру полімеру допомагає знизити його здатність до горіння. Під час термічної обробки таких поліуретанів з ізоціануратними включеннями утворюються стійкі фрагменти з подвійними зв'язками, що забезпечує стабільність структури матеріалу при нагріванні до 600 °C [12].

Виділення водню є одним з основних факторів зниження займистості полімерних будівельних матеріалів (ПБМ). Оскільки ефективність антипіренів залежить від структури галогеновмісних сполук, до їх складу додають оксиди і сульфідні елементів, як сурма, вісмут, алюміній, цинк [13]. Ці речовини здатні до утворення плівки над матеріалом, що обмежує доступ вогню до кисню. Тим самим збільшує вогнетривкість матеріалу [13].

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.5 Токсичність продуктів горіння полімерних будівельних матеріалів

Більшість з полімерів дуже піддаються теплового впливу вогню, та починають горіти. Особливо це підкреслюється в тих що мають найвищий відсоток вуглецю. Тому при їх використанні велика ставка робиться на захист під час надзвичайних ситуацій [13]. Один з економних та дієвих варіантів це їх обробка антипіренами для забезпечення вогнестійкості у таких ситуаціях.

Наявні антипірени, які ми використовуємо в полімерах, мають в собі галогенні, фосфорні та інші неорганічні сполуки. Всі наявні та відомі антипірени вчені кваліфікують так:

- неорганічні антипірени (гідроксид алюмінію, червоний фосфор)
- галогенові антипірени (на основі хлору та бром);
- фосфорорганічні антипірени;
- антипірени з азотом [14].

Вибір антипірену є дуже індивідуальним, вони повинні максимально ефективно взаємодіяти з полімером. Але об'єднує їх задача яку вони роблять, це або повне припинення вогню, або максимальне його сповільнення, діючи хімічним або фізичним методом у газоподібній чи конденсованій фазі. У таблиці 1.2 наведено широко використовувані антипірени в різних полімерних матеріалах, а також рекомендовані концентрації мас [15].

У Чехії основним джерелом надходження полібромдифенілових ефірів в організм людини є домашній пил. Рівень споживання полібромдифенілових ефірів становить 6,5 нг/кг маси тіла на добу для дорослих канадців і 45,1 нг/кг на добу для дітей віком до 5 років. Споживання полібромізованих дифенілових ефірів також вивчалось у японців, які їли забруднену рибу; середній рівень споживання з грудним молоком для дітей віком до 1 року становив 47,5 нг/кг.

В інших вікових групах він коливався в межах 1,5-11,8 нг/кг. При інгаляційному надходженні – 2,5-8,7 нг/кг [16].

Антипірени зазвичай використовуються тільки в громадських будівлях - готелях, ресторанах. Справа в тому, що антипірени з обробленої деревини якоюсь мірою випаровуються всередину будинку і можуть викликати алергію у господарів і особливо у дітей [16].

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

Перелік антипіренів, які широко використовуються в полімерах

Полімер	Назва антипірену
Поліетилен	Декабромдифенілоксид (21 %)
Поліпропілен	Тетрабромбісфенол А (6-15%)
Полівінілхлорид	Тригідрат оксиду алюмінію (60%)
Поліамід	Поліфосфат амонію (13%)
Епоксидні смоли	Тетрабромбісфенол А (18%)

У деякі просочення входять сполуки хрому. Вони дуже ефективні, проте канцерогенні. Безхромні захисні речовини створюються на базі сполук міді, бору та фтору [17].

Бромовмісні антипірени - небезпечні при з'єднанні вільних радикалів у молекулярний бром. При постійному впливі спостерігається подразнення слизових оболонок, запаморочення, а при великому вмісті – спазми дихальних шляхів та задуха [17]. Наявність бромованих антипіренів часто пов'язують із тяжким порушенням розвитку мозку, проблемами з навчанням та пам'яттю дітей. Так, наприклад, один із розділів Директиви Європейського Союзу (ЄС) про Обмеження використання певних небезпечних речовин накладає заборону на застосування певних бромованих антипіренів - полібромбіфенілу та пентабромбіфенілового ефіру [18.]

1.6 Висновки до розділу

Під час аналітичного огляду мною було визначено, що будівельні матеріали на основі деревини та полімерів, через свої фізико-механічні властивості, потребують заходів для підвищення їх вогнестійкості, так як вони становлять велику потенційну загрозу для виникнення та поширення пожеж. Було виявлено, що найчастіше обраними вогнезахисними речовинами для захисту деревини є антипірени. Але, незважаючи на їх ефективність, антипірени значно виділяють небезпечні та токсичні продукти які становлять загрозу для життя та здоров'я.

Розклад антипіренів під час термічної обробки також спричиняє значне забруднення навколишнього середовища.

Опираючись на важливість захисту від вогню будівельних матеріалів, було прийнято рішення розробити новий склад вогнезахисних композицій, який буде доступним, надійним, ефективно виконуватиме функції вогнезахисту та не утворюватиме токсичних речовин під час термічного впливу.

Метою роботи є дослідити вплив фосфатовмісних добавок на властивості вогнезахисних композицій для будівельних матеріалів.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання:

- Здійснити аналіз технічної літератури щодо вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій
- Визначити вплив ортофосфатної кислоти на вогнезахисні властивості покриттів по деревині;
- Дослідити вплив вмісту фосфатного буферного розчину в складі вогнезахисних композицій на їх вогнезахисні властивості;

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика вихідних компонентів

В ході експериментальних досліджень використано такі хімічні реактиви:

Рідке скло ISO 1690:1976,

Ортофосфатна кислота ISO 22000,

Оцтова кислота ДСТУ 13189:2019,

Діамоній гідрофосфат DAP 21-53-0,

Амоній дігідрофосфат CAS 7722-76-1,

Дігідрофосфат натрія ISO 3360:2008.

2.2 Методика отримання експериментальних золів та вогнезахисних покриттів

Експериментальні золі отримували змішуванням водного розчину рідкого скла з оцтовою кислотою. В отриманий золь кремнекислоти додавали суміш водних розчинів фосфатовмісних добавок: ортофосфатної кислоти та діамоній гідрофосфату натрію та дигідрофосфату натрію, які здатні утворювати фосфатний буферний розчин. Змінюючи співвідношення складових одержували рН фосфатного буферу 6, 7 та 8. В золь кремнекислоти додавали різну кількість фосфатного буферу (15, 20 та 25 об.% від загального об'єму композиції). Добавку ортофосфатної кислоти додавали у кількості 1, 2, 4 та 8 %. Золь кремнекислоти з добавками наносили на поверхню зразків деревини розмірами 9х6х3 см ванним методом. Після нанесення кожного шару покриття зразки сушили в сушильній шафі за температури 80 °С. Додатково на висушену поверхню покриття наносили розпиленням антипірен – діамоній гідрофосфат (ДАГФ) у вигляді водного 20 %-го розчину (рис.2.1).

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

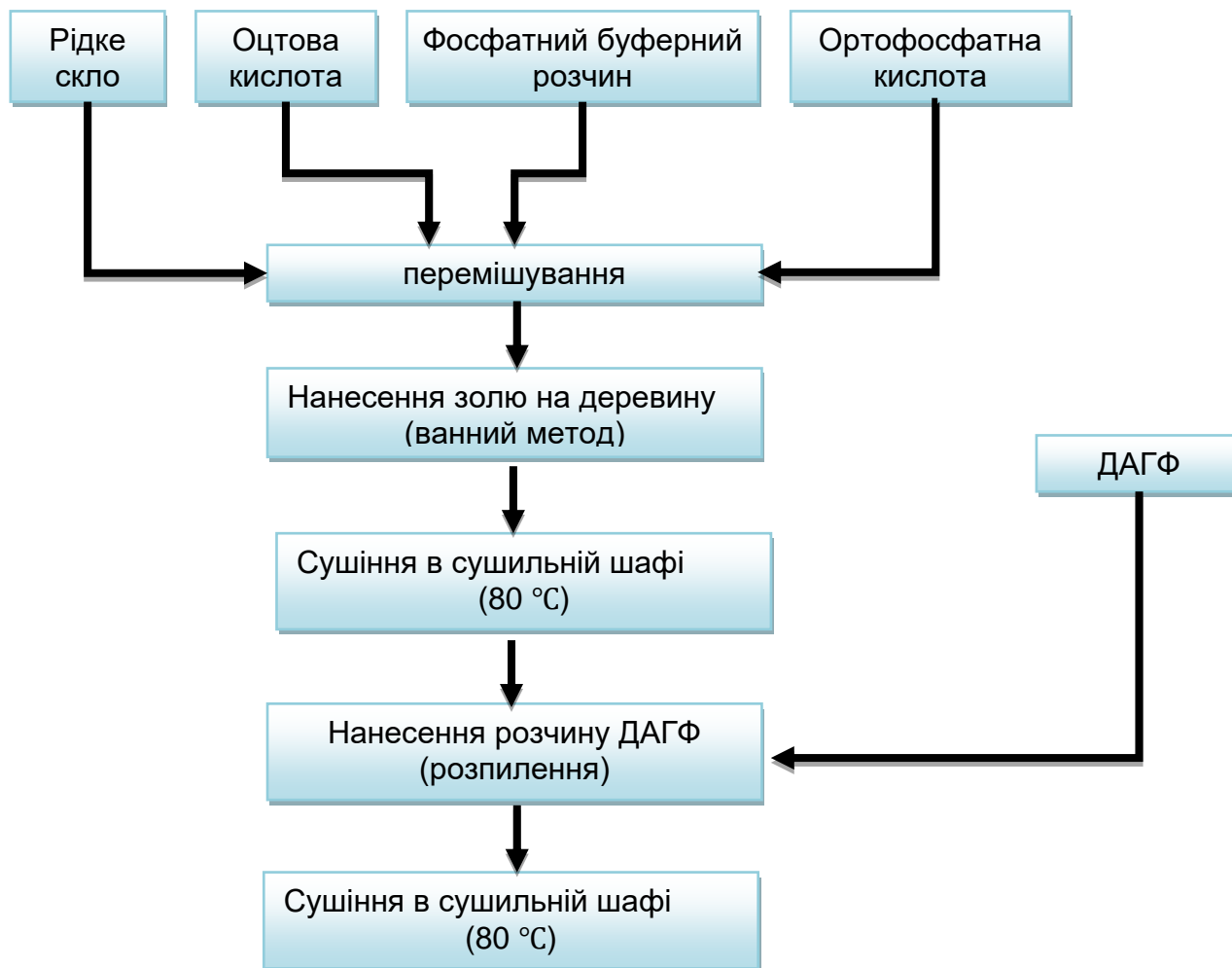


Рис.2.1 – Схема приготування та нанесення вогнезахисних покриттів на деревину

2.3 Методи дослідження експериментальних композицій

2.2.1. Вихідні компоненти перемішували за допомогою магнітної мішалки.

2.2.2. Отримані гелі сушили в сушильній шафі СНОЛ-3,5. 3,5. 3,5 - И1 (ТУ 16 - 681.032 - 84).

2.2.3. За допомогою універсального індикаторного паперу визначали рН отриманого розчину.

2.2.5. Мікроструктуру отриманих вогнезахисних покриттів дослідили за допомогою оптичного мікроскопа Digital Microscope S10 1000x у відбитому світлі.

2.2.6. Вогневі випробування досліджуваних зразків (рис.2.2) проводили на лабораторній установці (рис. 2.3), яка складається з: керамічного короба, металічної підставки для кріплення керамічного короба з газовою горілкою,

газового балону, тримача дослідного зразка, що фіксує його положення по центру короба, датчика температури, електронного вимірювального блока ІТМ та програмного забезпечення ІТ.



Рис.2.2 – Загальний вигляд зразків деревини з покриттям до вогневих випробувань

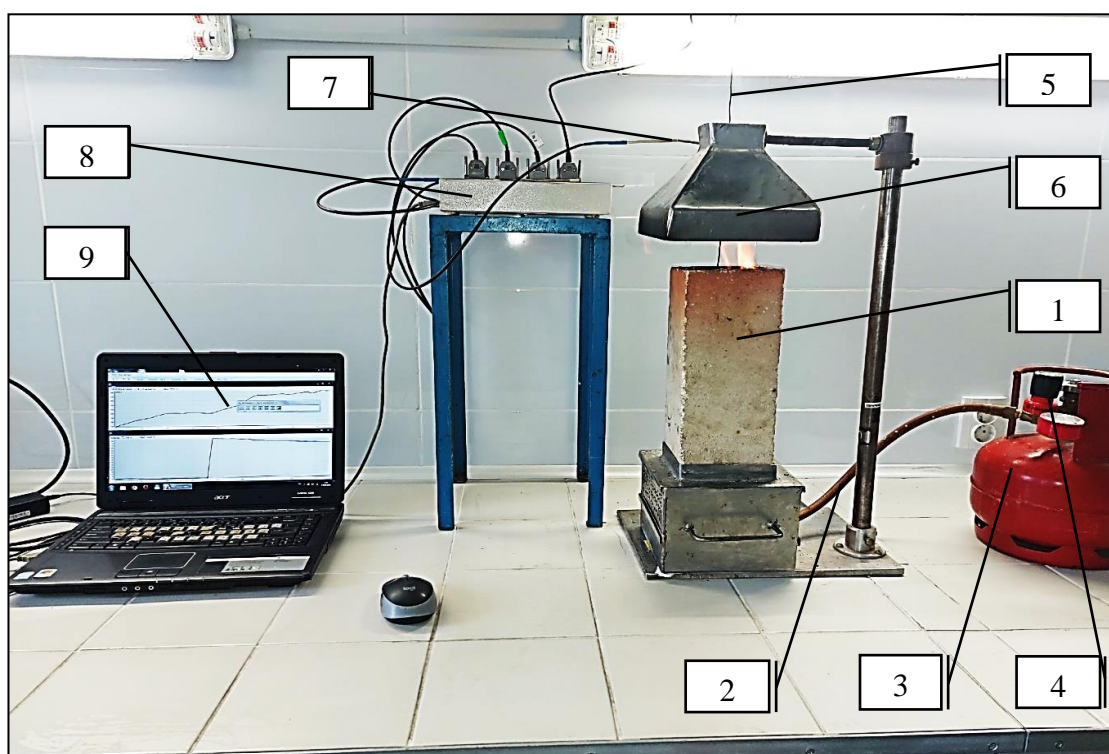


Рис.2.3 – Лабораторна установка для проведення вогневих досліджень зразків деревини з експериментальними складами покриття

1 – керамічний труба; 2 – металева підставка для кріплення керамічної труби з газовим пальником; 3 – газовий балон; 4 – редуктор; 5 – датчик ваги 6 – зонт; 7– термопара; 8 – електронний вимірювальний блок ІТМ; 9 – програмне забезпечення ІТМ Lab

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОСФАТОВМІСНИХ ДОБАВОК НА ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ ПО ДЕРЕВИНІ

3.1 Дослідження впливу вмісту ортофосфатної кислоти на вогнезахисні властивості покриттів

Ортофосфатну кислоту вводили в золь кремнекислоти повільно у кількості 1–8 %. На зразки наносили 1, 2 та 3 шари покриття, після чого додатково закріплювали на поверхні тонкий шар антипірену діамонійгідрофосфату (ДАГФ). Склади експериментальних композицій та результати вогневих випробувань зразків наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Склади експериментальних композицій та результати вогневих випробувань покриттів з добавкою ортофосфатної кислоти

№	Кількість шарів покриття	H ₃ PO ₄	рН	Маса зразка до випробувань	Втрати маси,%, після випробувань протягом:					Температура, °С
					2 хв	4хв	6 хв	8 хв	10 хв	
1	1	1	6	78,231	9,151	18,3	28,42	35,58	42,73	269
2	2			82,48	12,7	25,8	30,65	38,41	46,65	182
3	3			62,78	10,84	25,46	34,23	44,46	50,79	170
4	1	2		76,8	9,9	21,88	30,21	36,98	36,46	109
5	2			71,07	9,54	18,56	27,96	28,52	26,83	75
6	3			70,32	10,18	18,76	31,17	36,29	47,67	279
7	1	4	4	57,89	11,55	23,99	40,57	48,17	57,85	255
8	2			57,13	15,28	30,68	41,89	50,99	64,29	279
9	3			56,75	19,65	35,86	47,14	59,82	75,33	250
10	1	8	3	79,33	9,61	20,34	30,55	41,79	46,89	195
11	2			67,6	12,43	21,3	31,36	40,83	49,11	204
12	3			67,68	9,46	20,21	32,63	38,54	53,31	307

Додавання ортофосфатної кислоти у кількості 4–8 % призводило до зменшення рН вогнезахисної композиції, що в свою чергу сприяло інтенсифікації сітчастої поліконденсації золю. З попередніх досліджень, які проводилися на кафедрі спеціальної та хімічної технології, відомо, що сітчаста поліконденсація золів кремнекислоти супроводжується утворенням мікронеоднорідностей, в місцях розташування яких концентруються деформаційні напруження. Під час вогневих досліджень зростання деформаційних напружень призведе до утворення тріщин в покритті і відкриває доступ кисню повітря до поверхні деревини. Таким чином, необхідно дослідити вплив кількості добавки ортофосфатної кислоти та рН середовища на втрати маси зразків під час вогневих випробувань (рис.3.1).

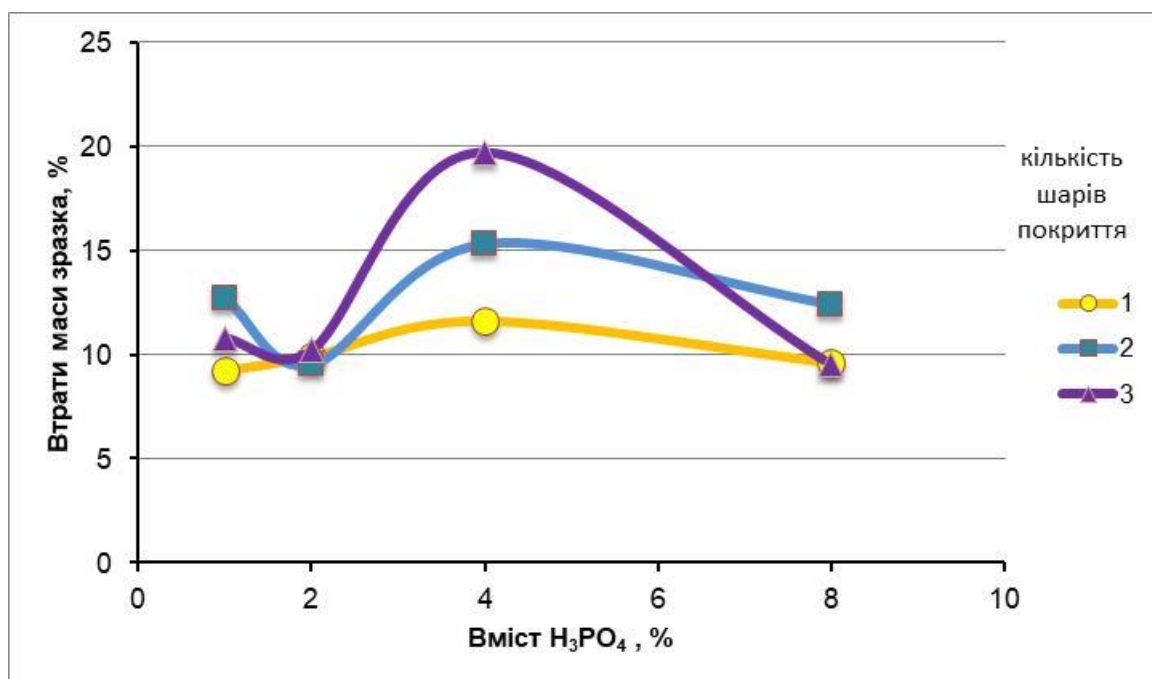


Рис.3.1– Вплив вмісту добавки ортофосфатної кислоти на зміну втрат маси після вогневих випробувань протягом 2 хв

Як видно з рисунку, найменші втрати маси спостерігаються у разі використання одношарового покриття. Можна припустити, що збільшення кількості шарів збільшує кількість мікронеоднорідностей в покритті, що призводить до утворення тріщин та збільшення втрат маси зразків.

Криві на рисунку мають максимум в області 4%-го вмісту ортофосфатної кислоти. Враховуючи наведене вище, можна це пояснити інтенсифікацією

сітчастої поліконденсації в золі кремнекислоти. Порівнюючи результати досліджень, можна припустити, що основну негативну роль грає не наявність мікронеоднорідностей, а саме ступінь рівномірності їх розподілення в об'ємі гелю: у зразків з покриттям, що містить 8% ортофосфатної кислоти спостерігається різке зниження втрат маси під дією вогню.

Мікроскопічне дослідження поверхні зразків з покриттям показало, що найбільш рівномірно покриття наноситься у разі використання 1 або 8% ортофосфатної кислоти, що збігається з одержаними результатами вогневих досліджень (рис.3.2).

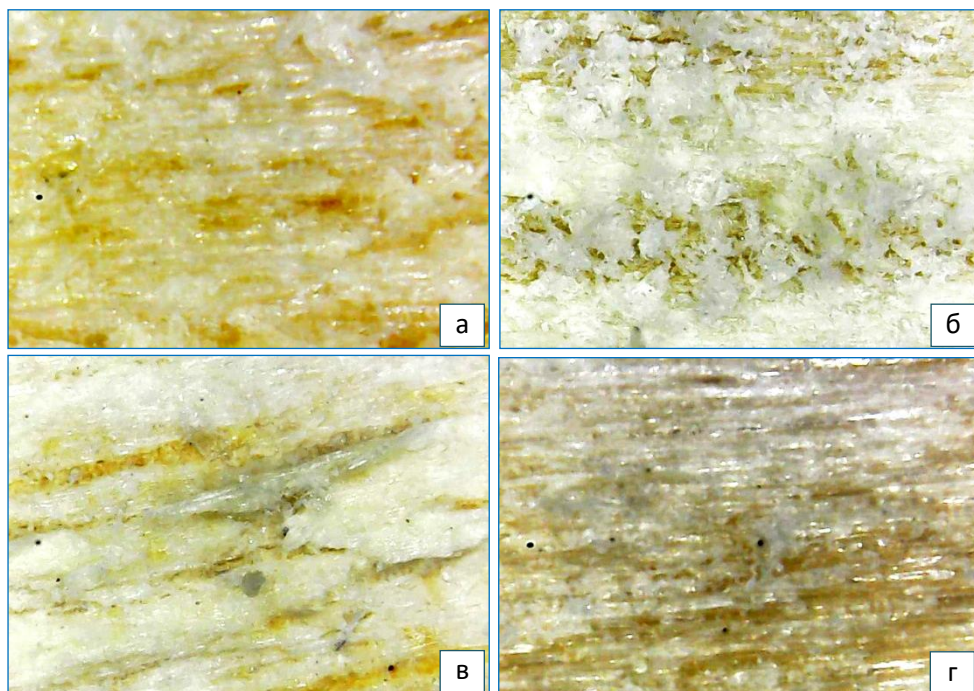


Рис.3.2 – Мікроструктура покриттів з добавкою ортофосфатної кислоти, мас. %: 1(а); 2 (б); 4 (в); 8 (г) до випробувань

Досліджували вплив часу вогневого випробування на втрати маси зразків (рис.3.3). Збільшення часу вогневого впливу на зразки призводило до поступового збільшення втрат маси зразків. На графіках також є перегиб в точці 4 %-го вмісту ортофосфатної кислоти, який проявляється тим яскравіше, чим більший час вогневого впливу та чим більше нанесено шарів покриття.

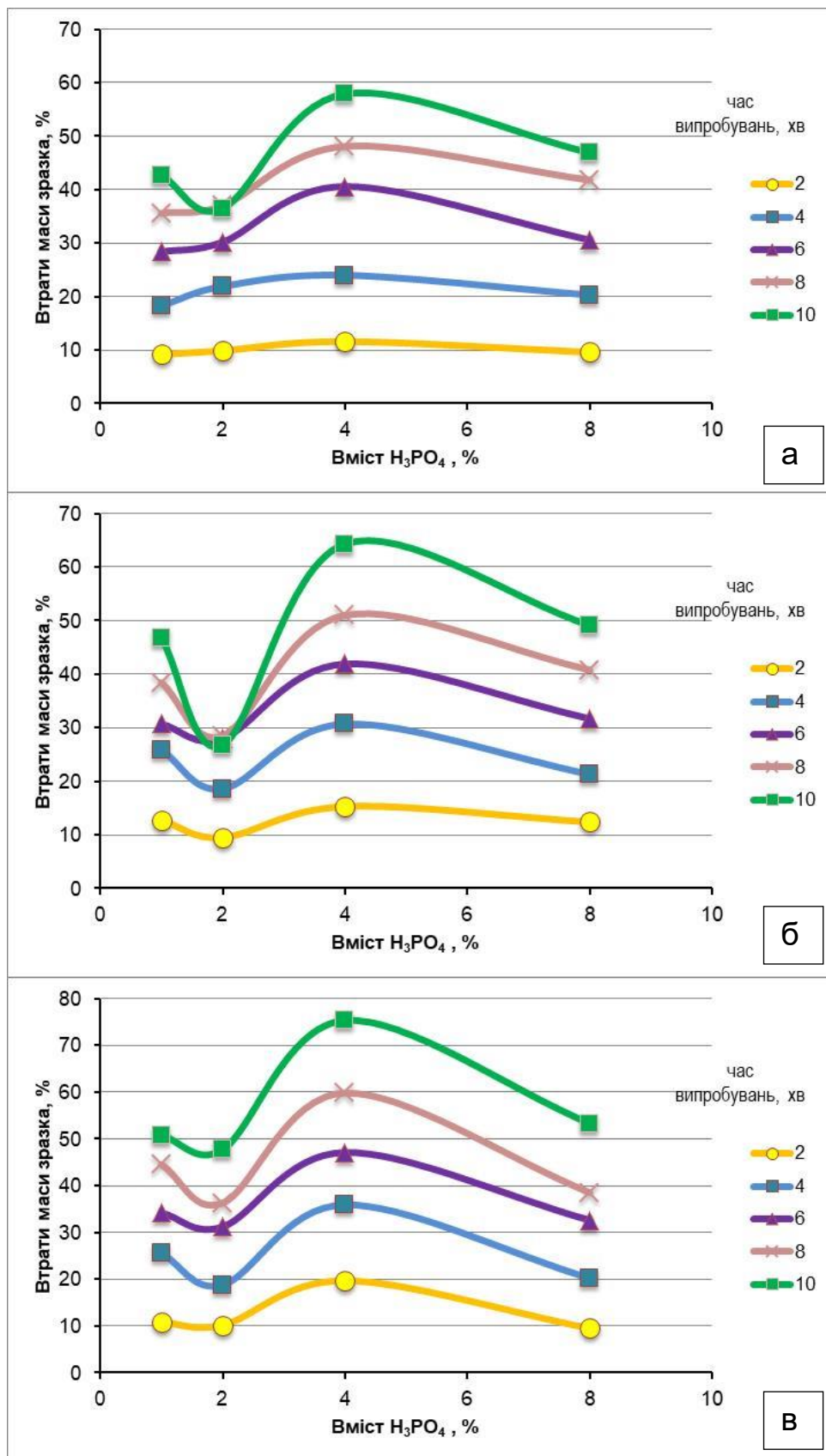


Рис.3.3 – Вплив вмісту ортофосфатної кислоти на втрати маси зразків захищених одношаровим (а), двошаровим (б) та тришаровим (в) покриттям

Така форма кривих також підтверджує сформульований раніше висновок стосовно впливу ступеню однорідності гелевого покриття.

Додавання 8 % ортофосфатної кислоти знижує рН композиції до 3, що призведе до ініціації сітчастої поліконденсації в золях кремнекислоти. В клатратах гелевого покриття знаходяться вода, продукти поліконденсації, ортофосфатна та оцтова кислоти, ацетат натрію та інші компоненти. Ці клатрати руйнуються в дуже широкому інтервалі температур, тому на графіках спостерігається зниження втрат маси у всьому інтервалі часу вогневих випробувань.

3.2 Дослідження впливу вмісту фосфатних буферних розчинів на вогнезахисні властивості покриттів

Для досліджень використовували добавки фосфатних буферних розчинів з рН 6 та 7 у кількості 15, 20 та 25 об.%. Визначали час живучості, композицій, тобто час, за який композиції втрачали свою текучість (рис.3.4). Підвищення рН композицій призводило до зменшення терміну їх живучості. Збільшення вмісту буферних розчинів практично не впливало на рН композицій та не змінювало термін їх живучості. В середньому термін живучості композицій був близько 2 годин. Ймовірно, додавання фосфатного буферу підсилює дію оцтового буферного розчину, який утворюється під час змішування рідкого скла з оцтовою кислотою, та збільшує термін живучості композиції у порівнянні з композиціями на основі ацетатного буферного розчину (рис.3.3).

Склади експериментальних композицій та результати вогневих випробувань зразків деревини, захищених покриттями, наведені в таблиці 3.2.

Як видно з таблиці, за 2хв дії вогню втрати маси зразків були переважно менше 9%, що свідчить про вогнезахисну дію покриттів з добавкою фосфатних буферних розчинів.

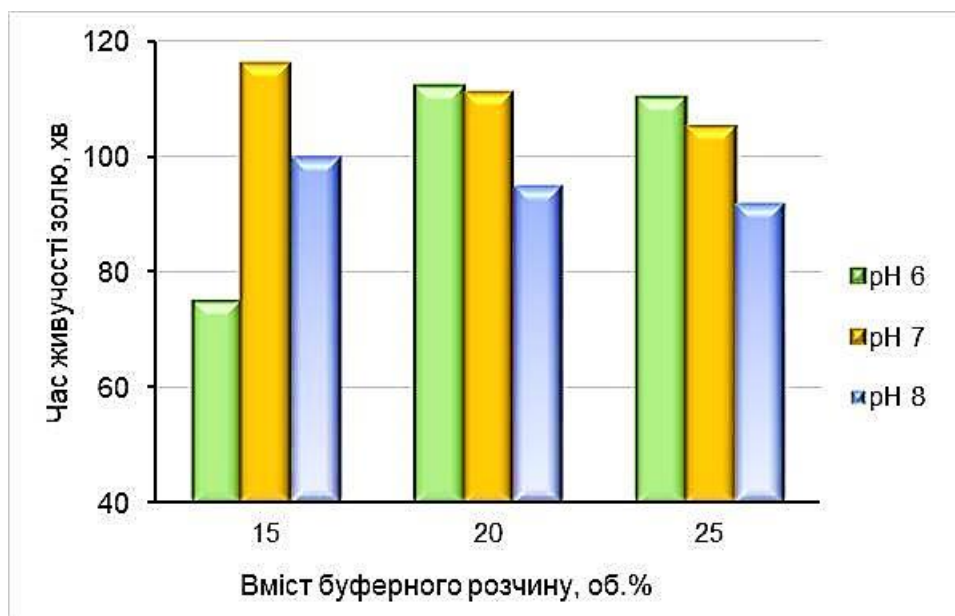


Рис.3.4 – Вплив вмісту та кислотності фосфатного буферного розчину на живучість експериментальних золів SiO₂

Таблиця 3.2

Склади експериментальних золів та результати вогневих випробувань зразків з покриттями

№	Кількість шарів покриття	Фосфатний буфер, %	рН	Втрати маси,%, після випробувань протягом:					Температура °С
				2 хв	4хв	6 хв	8 хв	10 хв	
	Не оброблений			12,7	34,2	47,1	60	72,4	278
13	1	15	6	12,68	27,69	36,56	48,84	62,48	244
14	2			10,07	17,74	23,01	29,27	37,92	145
15	3			9,15	17,84	25,62	35,42	42,7	260
16	1	20		7,49	15,45	22,47	30,92	38,38	212
17	2			7,71	12,24	18,13	22,66	30,82	274
18	3			10,52	21,24	34,76	44,17	54,16	260
19	1	25		6,8	12,24	19,04	23,57	29,01	174
20	2			10,17	20,7	33,33	41,75	55,79	293
21	3			12,02	23,4	33,13	44,68	53,8	254
22	1	15	7	8,84	18,23	25,41	32,04	37,57	160
23	2			8,88	19,31	31,14	39,49	49,92	265

24	3	20	8,87	18,79	30,3	40,61	50,91	264
25	1		8,16	18,35	28,87	39,38	48,04	209
26	2		8,76	19,2	29,67	37,8	52,91	284
27	3		9,27	21,55	29,74	40,65	57,02	266
28	1	25	7,87	19,94	29,27	39,85	49,32	251
29	2		-	-	-	-	-	-
30	3		6,23	15,58	28,91	37,72	45,44	250

Додавання фосфатного буферного розчину з кислотністю 6 надає можливість знизити втрати маси суттєво під час вогневих випробувань (рис.3.5): збільшення вмісту до 20% вдвічі зменшує втрати маси за умов використання одношарового покриття.

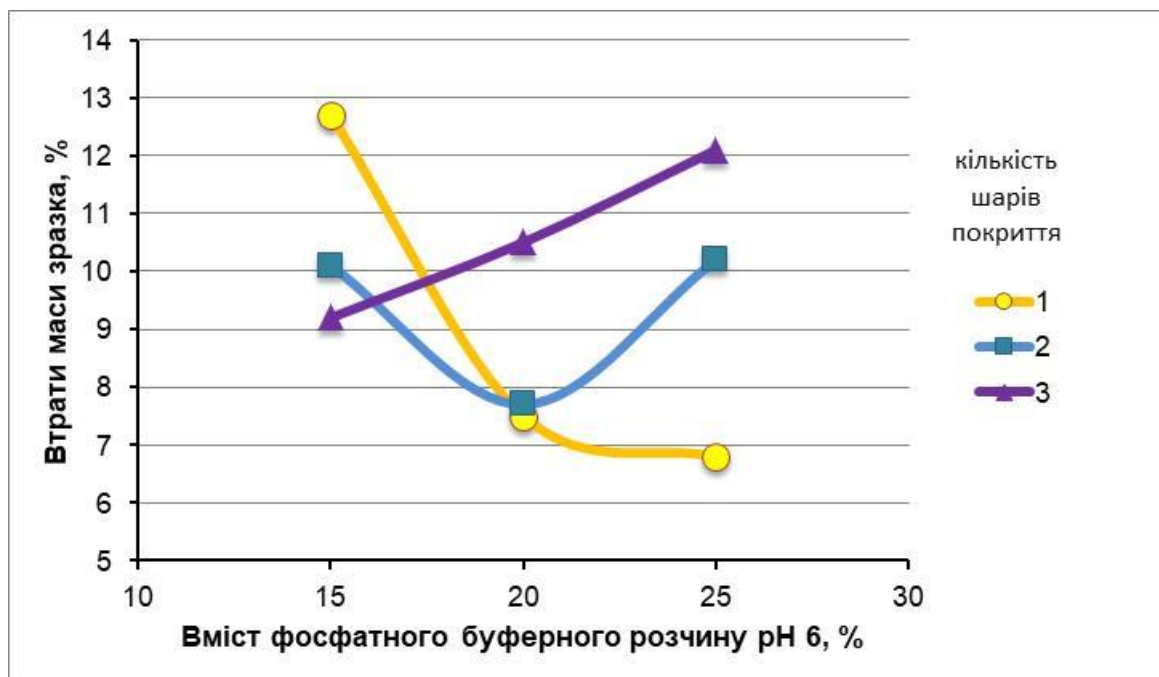


Рис.3.5 – Вплив вмісту фосфатного буферного розчину з рН 6 на втрати маси зразків під час вогневих випробувань

У разі нанесення двошарового покриття в точці вмісту 20% фосфатного буферного розчину з рН 6 також спостерігається зменшення втрат маси (10 до 8%). У разі нанесення тришарового покриття втрати маси зростають при збільшенні вмісту буферного розчину. Це узгоджується з попередніми висновками щодо

впливу якості нанесення покриття та накопичення мікронеоднорідностей в покритті, що призводить до утворення тріщин та збільшення втрат маси зразків.

У разі використання буферного розчину з рН 7 форма кривих змінюється: втрати маси зразків через 2 хв випробувань становлять менше 9%, а збільшення вмісту буферного розчину до 25% призведе до подальшого зниження втрат маси (рис.3.6).

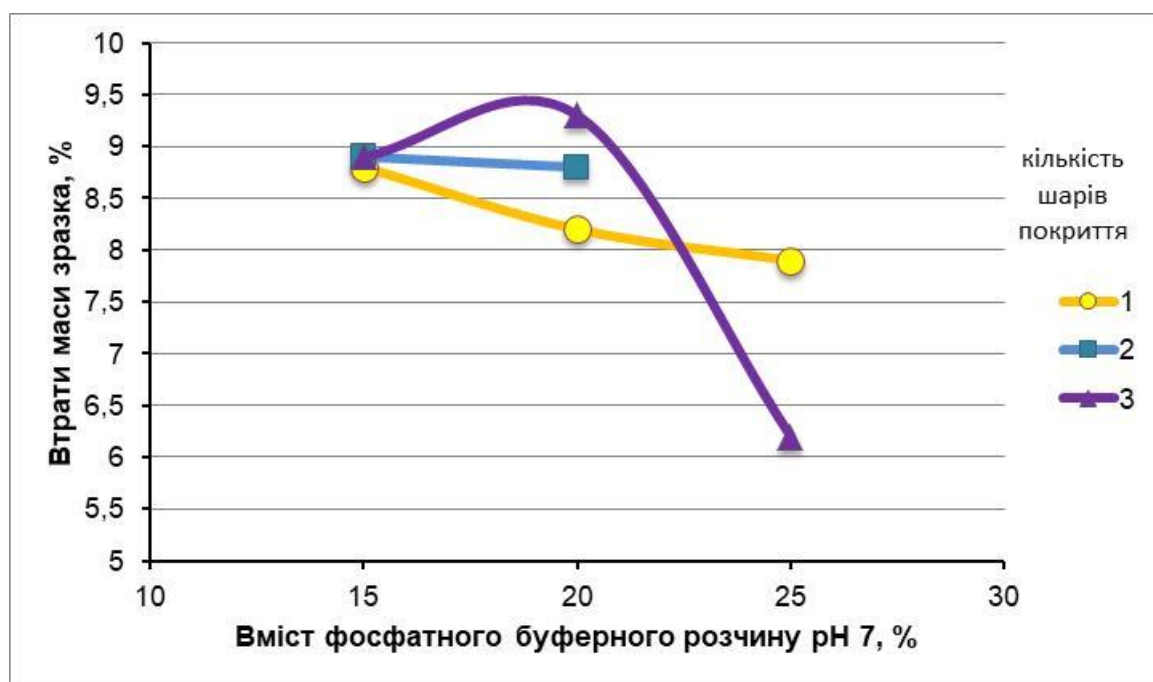


Рис.3.6 – Залежність втрат маси зразків від вмісту фосфатного буферного розчину з рН 7 в складах покриттів

Ймовірно, переважний вплив на стійкість покриття до дії вогню оказує не тільки рН фосфатного буферного розчину, але й кількість води, яка використана для утворення буферного розчину. Вона може знаходитися в міжглобульному просторі гелевого покриття і додатково охолоджувати його поверхню під час випаровування під дією вогню.

Досліджували вплив часу дії вогню на зміну втрат маси зразків під час вогневих випробувань. На рисунку 3.7. наглядно показано зниження втрат маси зразків зі зростанням вмісту буферного розчину з рН 6.

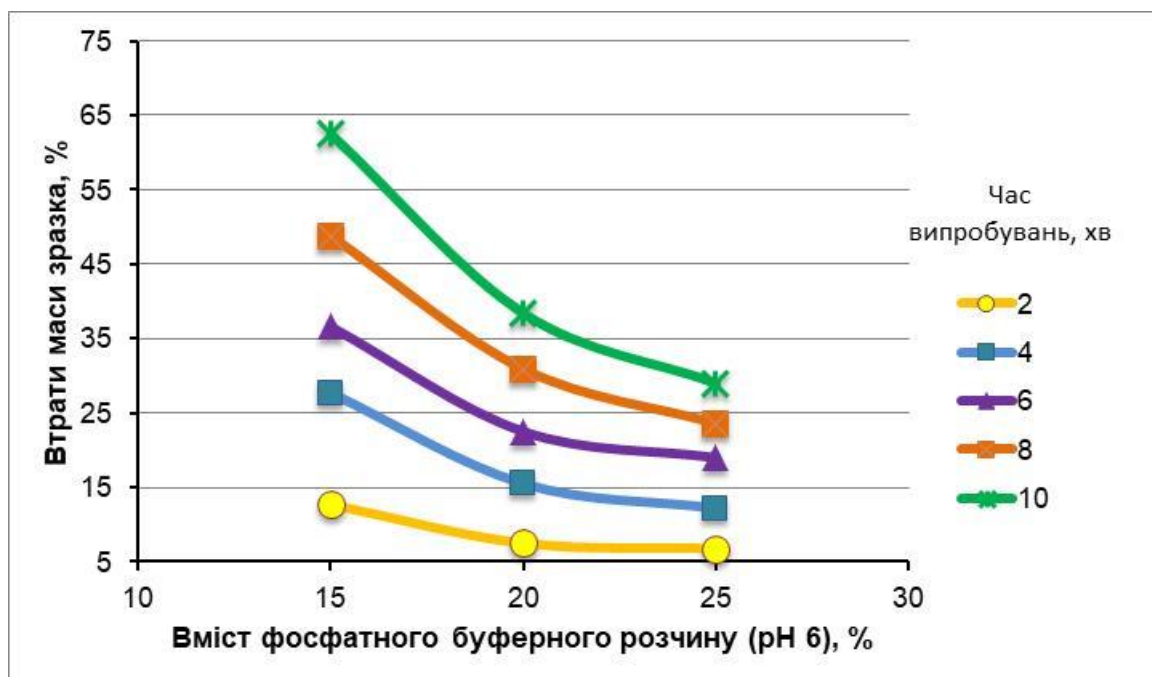


Рис.3.7 – Вплив вмісту фосфатного буферного розчину з рН 6 та терміну вогневого випробування на втрати маси зразків з одношаровим покриттям

Форма кривих на рисунку 3.8 підтверджує припущення відносно впливу води, яка знаходиться в міжглобульному просторі: в перші хвилини вогневої дії вода випаровується, охолоджує гелеве покриття, тому втрати маси мінімальні.

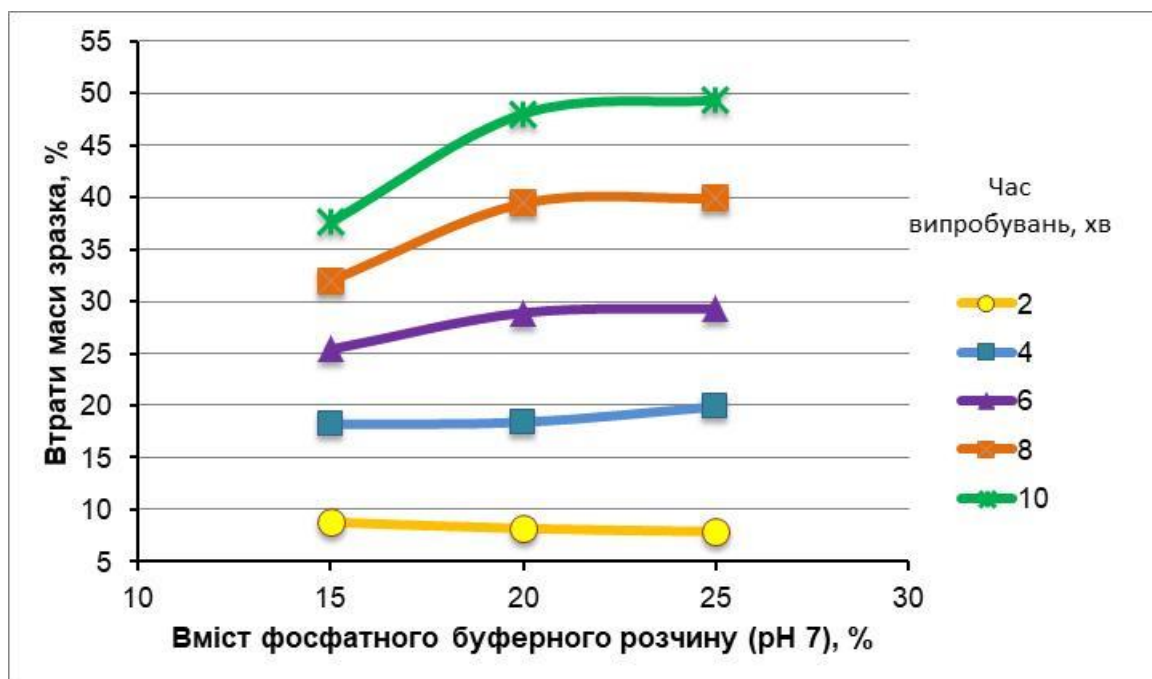


Рис.3.8 – Вплив вмісту фосфатного буферного розчину з рН 7 та терміну вогневого випробування на втрати маси зразків з одношаровим покриттям

Після випаровування води охолоджувальної дії вже не відбувається, тому спостерігається зростання втрат маси. Цей висновок підтверджується результатами, наведеними на рис.3.9: тришарове покриття менш однорідне, тому частково вода може залишатися в нижніх шарах покриття і поступово, з часом, випаровуватися, охолоджуючи поверхню покриття.

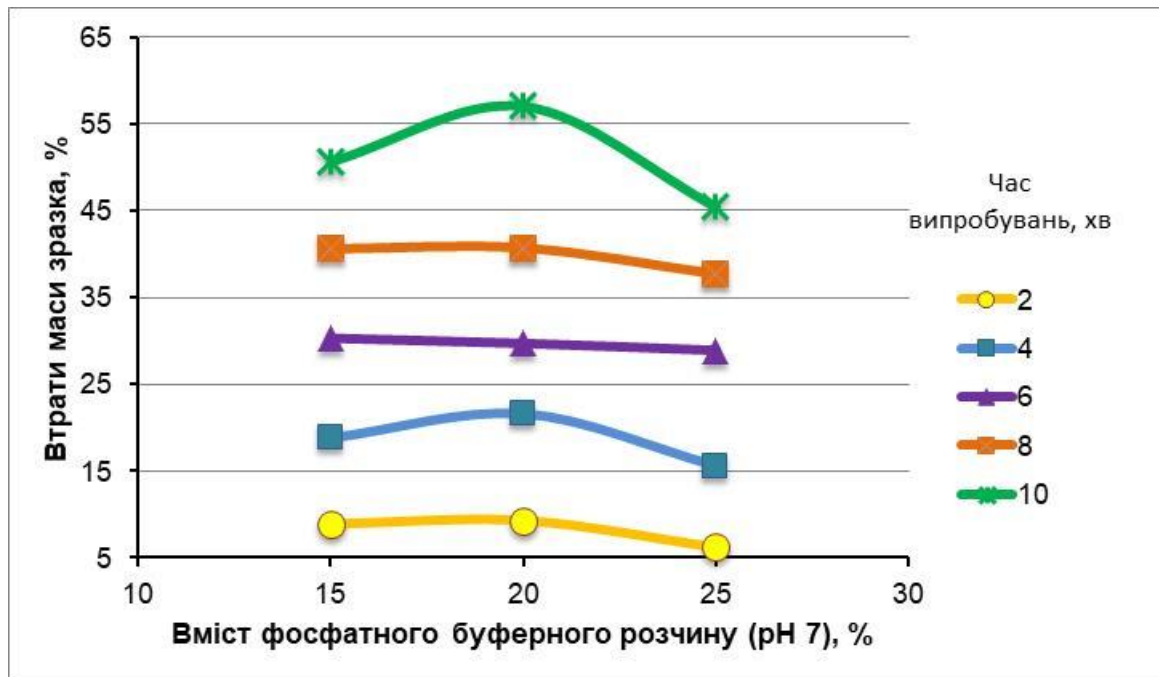


Рис.3.9 – Вплив вмісту фосфатного буферного розчину з рН 7 та терміну вогневого випробування на втрати маси зразків з тришаровим покриттям

На рисунку 3.10 показана зміна маси та температури зразка з тришаровим покриттям на основі композиції з 25 %-м вмістом фосфатного буферного розчину з рН 7. На графіку чітко видно періодичне зниження температури, що відповідає зробленому припущенню ступеневого розкладання клатратів в покритті під дією вогню.

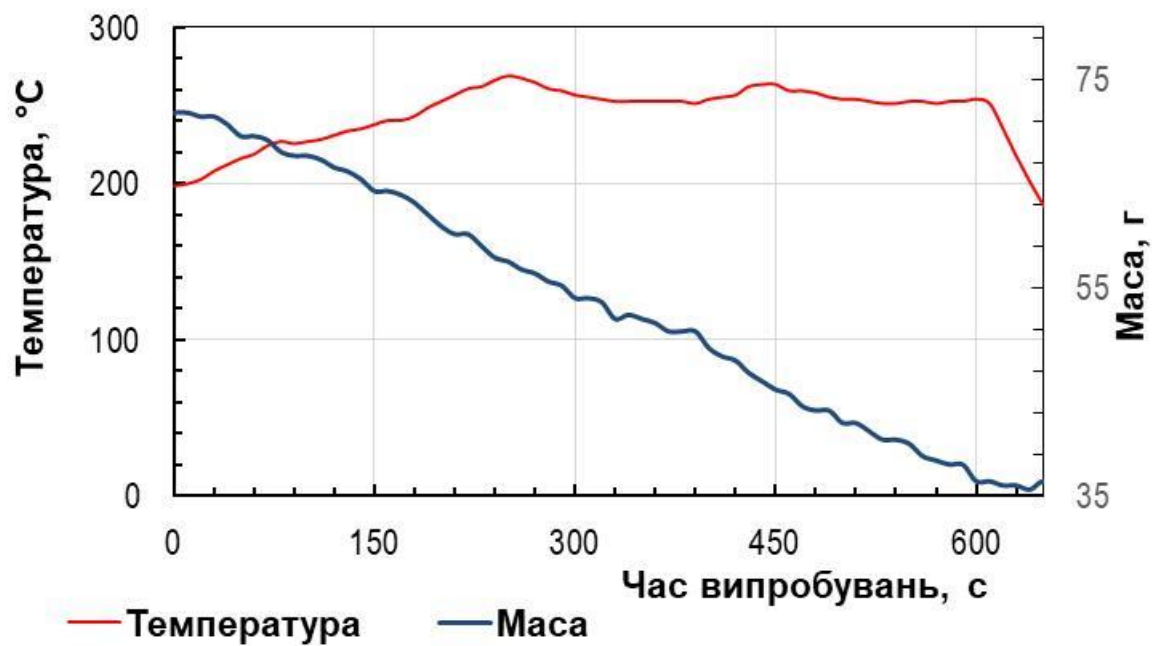


Рис.3.10 – Характер зміни маси та температури зразку з покриттям на основі композиції з 25 %-м вмістом фосфатного буферного розчину з рН 7.

Визначали групу вогнезахисної ефективності та групу гористі розробленого складу покриття.

У разі використання композиції з 25 % фосфатного буферного розчину з рН 7 втрати маси зразків через 2 хв вогневого впливу складають 6,2–7,9 %, тобто захищені зразки деревини можна віднести до I групи вогнезахисної ефективності [18].

Згідно ДСТУ 8829:2019 за 5хв (300с) вогневого впливу ці зразки нагрівалися на 55 °С, що дозволяє віднести їх до групи важкогорючих матеріалів [19].

3.3 Висновки за розділом

Виконано дослідження впливу фосфатовмісних добавок на вогнезахисні властивості покриттів по деревині. Показано, що на якість покриттів впливає ступінь однорідності гелевого покриття, яка, в свою чергу, залежить від рН композиції та кількості нанесених шарів покриття. Досліджено вплив добавок ортофосфатної кислоти та фосфатних буферних розчинів з різним рН на вогнестійкість покриттів. Показано, що найбільш ефективними є покриття з добавкою 20–25% фосфатного буферного розчину з рН 7, які забезпечують переведення горючої деревини в групу важкогорючих матеріалів та віднести їх до І групи вогнезахисної ефективності.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець - власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

[(Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668)].

Охорона праці охоплює широкий спектр діяльності, починаючи від оцінки ризиків на робочому місці і закінчуючи розробкою ефективних систем управління безпекою. Вона вимагає постійного вдосконалення та адаптації до змін у виробничому середовищі та технологіях. У підсумку, охорона праці є важливою складовою будь-якої сучасної організації та сприяє створенню безпечного та здорового робочого середовища для всіх працівників.

4.1 Завдання охорони праці

Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.

Пріоритет життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.[Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 2, ст.10].

1. Аналіз та оцінка ризиків: Це включає виявлення потенційних небезпек, яким піддаються працівники, та оцінку ступеня їхнього впливу на здоров'я та безпеку.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

2. Розробка заходів з попередження ризиків: На основі результатів оцінки ризиків виробляються стратегії та методи, спрямовані на запобігання можливих негативних наслідків для працівників.

3. Навчання та підготовка працівників: Забезпечення працівників необхідними знаннями та навичками для виконання робочих завдань в безпечних умовах.

4. Контроль та моніторинг: Систематичний контроль за дотриманням встановлених правил та нормативів безпеки, а також виявлення та виправлення будь-яких відхилень.

5. Створення безпечних умов праці: Забезпечення робочого середовища, що відповідає вимогам безпеки та здоров'я працівників.

6. Дослідження нещасних випадків та інцидентів: Аналіз причин та обставин подій, які можуть призвести до травм або захворювань на роботі, з метою їх подальшого запобігання.

7. Впровадження нових технологій та методів роботи: Постійне оновлення та вдосконалення процесів з метою забезпечення максимальної безпеки та ефективності праці.

Всі ці завдання спрямовані на забезпечення того, щоб працівники могли виконувати свої обов'язки в безпечних умовах та уникнути можливих травм або захворювань, пов'язаних з роботою.

4.2 Небезпечні фактори

Небезпечні фактори на робочому місці - це всі можливі умови, матеріали або процеси, які можуть викликати шкоду здоров'ю або безпеці працівників.

Це може включати в себе різноманітні аспекти, такі як фізичні, хімічні, біологічні, психологічні або ергономічні чинники.

Фізичні небезпечні фактори можуть включати великі температурні коливання, шум, вібрацію, радіацію, освітлення та інші фізичні впливи, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

Хімічні небезпечні фактори включають в себе будь-які речовини або речовинні суміші, які можуть бути токсичними, іритуючими або алергенними для людини, такі як хімікати, розчинники, газы, пи́л, дим та інші.

Біологічні небезпечні фактори можуть включати в себе мікроорганізми, бактерії, віруси та інші патогени, які можуть викликати захворювання або інфекції у працівників.

Ергономічні небезпечні фактори відносяться до умов праці, які можуть викликати неправильне положення тіла, монотонність рухів, перенапруження м'язів або інші проблеми, які можуть призвести до травм або захворювань, пов'язаних з мускульно-скелетною системою.

При виконанні лабораторних досліджень в моїй праці хочу зазначити саме:

- 1.Невиконання правил безпеки.
- 2.Використання несправного обладнання.
- 3.Необережне поводження с електропристроями.

4.3 Шкідливі фактори

Шкідливі фактори на робочому місці - це умови, матеріали або процеси, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників, але не обов'язково призводити до травм або негайної небезпеки. Вони можуть включати в себе різноманітні аспекти, такі як фізичні, хімічні, біологічні, психологічні або ергономічні чинники.

Фізичні шкідливі фактори можуть включати великі температурні коливання, шум, вібрацію, радіацію, освітлення та інші фізичні впливи, які можуть призвести до загрози здоров'ю працівників, наприклад, сприяючи розвитку хронічних захворювань або втоми.

Хімічні шкідливі фактори включають в себе різноманітні хімікати, розчинники, газы, пи́л та інші хімічні речовини, які можуть бути токсичними або небезпечними для здоров'я працівників при довготривалому впливі.

Біологічні шкідливі фактори стосуються патогенних мікроорганізмів, таких як бактерії, віруси та грибки, які можуть викликати захворювання або інфекції у працівників, особливо тих, хто працює у секторі охорони здоров'я або харчовій промисловості.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

Психологічні шкідливі фактори можуть включати в себе стрес, напругу, конфлікти на роботі, недостатню підтримку або відсутність можливостей для особистого розвитку, які можуть негативно позначитися на психічному здоров'ї працівників.

Ергономічні шкідливі фактори можуть включати неправильне розташування обладнання, погану організацію робочого місця, монотонність рухів та інші аспекти, які можуть викликати м'язове напруження або неправильне положення тіла, що призводить до ризику розвитку мускульно-скелетних захворювань.

4.4 Запобігання травмам

Запобігання небезпеці та захист здоров'я працівників у хімічних лабораторіях - це складний процес, який включає в себе ряд заходів та практик, спрямованих на мінімізацію ризиків та максимізацію безпеки. Ось деякі з них:

1. Оцінка ризиків: ознайомлення з якими хімічними речовинами буде проходити робота.
2. Використання справного обладнання та електропристроїв.
3. Використання засобів індивідуального захисту: Переконавання у правильному використанні та носінні засобів індивідуального захисту, таких як рукавички, окуляри, маски та халати.
4. Проведення експертизи та аудитів безпеки: Регулярне проведення експертизи та аудитів, щоб переконатися, що всі заходи безпеки дотримуються і відповідають вимогам нормативно-правових актів.
5. Правильне зберігання та обробка хімічних речовин: Використання відповідних умов зберігання та обробки хімічних речовин, щоб уникнути аварій та випадків забруднення.
6. Реагування на екстрені ситуації: Розробка та практичне впровадження планів реагування на аварії та екстрені ситуації, такі як розливи хімічних речовин або витік газів.
7. Використання витяжних шаф: Витяжні шафи є важливим елементом в хімічних лабораторіях для відведення та очищення повітря від хімічних парів та

аерозолів, що можуть бути токсичними чи небезпечними для дихальних шляхів працівників.

8. Достатнє освітлення: Надійне та адекватне освітлення у хімічних лабораторіях дуже важливе для забезпечення безпеки та точності виконання експериментів. Достатнє освітлення допомагає уникнути травм та помилок через недостатню видимість та покращує загальний комфорт працівників.

9. Використання засобів індивідуального захисту: рукавички, маски, халати, респіратори.

4.5 Аналіз травматизму

Аналіз травматизму - це процес вивчення, аналізу та оцінки травм, що сталися на робочому місці. Він включає в себе ідентифікацію травматичних подій, аналіз причин та обставин, які призвели до травми, а також розробку заходів для їх попередження у майбутньому.

Травма - це ушкодження тіла або його частини, що виникає в результаті зовнішньої дії (травмуючого впливу). Виробничий травматизм - це травми, які сталися внаслідок виробничої діяльності або на робочому місці.

У хімічних лабораторіях деякі з найбільш поширених травм включають:

1. Хімічні опіки: Опіки шкіри чи очей хімічними речовинами можуть виникнути в результаті ненавмисного контакту з агресивними речовинами. Навіть невеликий розлив або розбризкування кислоти чи лугу може призвести до серйозних травм.

2. Травми від ударів: У виробничих об'єктах часто працюють з важкими обладнаннями та матеріалами, які можуть стати причиною травм через удари, падіння предметів або неправильне використання інструментів.

3. Отруєння: Контакт з токсичними речовинами або їх ненавмисне вдихання може призвести до отруєння, що може бути негайною загрозою для життя.

4. Вибухи та пожежі: Необережне поводження з легкозаймистими речовинами або неправильне використання устаткування може спричинити вибухи та пожежі, які можуть призвести до серйозних травм та матеріальних збитків.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

У лабораторій, де проводяться експерименти з хімічними речовинами, додаткові ризики включають:

1. Контакт з токсичними речовинами: Ненавмисний контакт з розчинами чи порошками хімікатів може призвести до отруєння через шкіру, очі або дихальні шляхи.

2. Хімічні реакції: Неправильне змішування хімічних речовин або невідповідна реакція може спричинити викиди газів, вибухи або пожежі.

3. Кристалеві та шипучі речовини: Деякі хімічні речовини можуть мати кристалічну або шипучу структуру, що при неправильному поводженні може призвести до травм через вибухи або розлиття.

4. Хімічна реакція з матеріалами лабораторного обладнання: Деякі хімічні речовини можуть взаємодіяти з матеріалами лабораторного посуду, що може призвести до викидів чи навіть руйнування обладнання.

4.6 Висновки за розділом

Після проведеного аналізу травматичності та безпеки праці в хімічній промисловості та лабораторіях встановлено, що основні причини травм і порушень безпеки включають неналежне використання хімічних речовин, недостатню професійну підготовку персоналу, недотримання правил безпеки та неправильне використання обладнання.

Для запобігання подібним проблемам та забезпечення безпеки праці рекомендується використовувати відповідне захисне обладнання, вдосконалювати системи навчання та підготовки персоналу з питань безпеки, регулярно проводити аудити та перевірки обладнання та процедур безпеки, а також вживати заходів зі зменшення ризиків при роботі з небезпечними речовинами, таких як удосконалення систем вентиляції та використання автоматизованих процесів.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		41

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи проведено аналітичний огляд технічної літератури відносно методів вогнезахисту дерев'яних будівельних та оздоблювальних матеріалів. Зроблено висновок щодо недостатньо розв'язаної проблеми вогнезахисту деревини, сформульовано мету та основні задачі, що дозволяють її досягти.

Досліджено вплив вмісту добавки ортофосфатної кислоти на живучість вогнезахисних композицій. Встановлено, що ступінь однорідності гелевого покриття грає переважну роль в процесі нанесення покриття.

Установлено вплив вмісту добавки ортофосфатної кислоти на вогнезахисні властивості покриттів. Показано, що використання 8 % кислоти підвищує вогнезахист деревини, але більш ефективним є дія фосфатних буферних розчинів як фосфатовмісних добавок.

Доведено охолоджувальний вплив води, яка використана для розчинення гідрофосфату та дігідрофосфату натрію, та введена в склад гелевого покриття. Встановлено, що найефективним є склад вогнезахисної композиції, як містить 25% фосфатного буферного розчину з рН 7, який забезпечує переведення горючої деревини в групу важкогорючих матеріалів та віднести їх до I групи вогнезахисної ефективності.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Schaffer, E., “Effect of Fire-Retardant Impregnations on Wood Charring Rate,” Journal of Fire and Flammability/Fire Retardant Chemistry, 1: 96–109, 1974.
2. Технологія вогнестійких захисних покриттів: навч. посіб. / Укладачі: О. Б. Скородумова, О. В. Тарахно. – Х.: НУЦЗУ, 2020. – 135 с.
3. Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering 2016, Pages 293-325
4. Charles A. Harper., Handbook of building materials for fire protection, New York 2004.
5. Наказ МВС України №1064 від 26.12.2018 «Про затвердження Правил з вогнезахисту»
6. Zhang, T., Xi, J., Qiu, S., Zhang, B., Luo, Z., Xing, W., Song, L., Hu, Y. (2021). Facilely produced highly adhered, low thermal conductivity and non-combustible coatings for fire safety. Journal of Colloid and Interface Science, 604, 378–389. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2021.06.135>
7. Cheng, J., Zhou, F. (2016). Flame-retardant properties of sodium silicate/polyisocyanate organic–inorganic hybrid material. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 125(2), 913–918. <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5454-2>
8. Mohebbi, B., Hajjalian, M. (2022). Stabilization of Sodium Silicate with Polyacrylate in Wood Concerning Fire Resistance. Research Square, 1-21. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2147290/v1>
9. Yona, A. M. C., Žigon, J., Dahle, S., Petrič, M. (2021). Study of the adhesion of Silicate-Based coating formulations on a wood substrate. Coatings, 11(1), 61. <https://doi.org/10.3390/coatings11010061>
10. Теоретичні основи хімії та технології полімерів/ О. В. Суберляк, В. Й. Скорохода, Н. Б. Семенюк. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014.

					НУЦЗУ.2.20-16 СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

11. Skorodumova, O., Chebotareva, O., Sharshanov, A., Chernukha, A. (2023). Selection of precursors of safe silica-based fireproof coatings for textile materials. *Problems of Emergency Situations*, 1(37), 192–202.
12. Вогнезахисне оброблення будівельних матеріалів і конструкцій: навч. посіб./ А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, Ю.В. Луценко, О.В. Миргород. – Х.: НУЦЗУ, КП "Міська друкарня", 2011. – 176 с.
13. LeVan, S., "Chemistry of Fire Retardancy," *Advances in Chemistry Series 207*, R. Rowell, ed., American Chemical Society, Washington, DC, 1984, pp. 531–574.
14. LeVan, S., and Winandy, J., "Effect of Fire-Retardant Treatments on Wood Strength: A Review," *Wood and Fiber Science*, 22: 113–131, 1990.
15. Loganina, V. I., Kislitsyna, S. N., Mazhitov, Y. B. (2018). Development of sol-silicate composition for decoration of building walls. *Case Studies in Construction Materials*, 9, 1-7.
16. He, S., Wu, W., Zhang, M., Qu, H., Xu, J. (2016). Synergistic effect of silica sol and K_2CO_3 on flame-retardant and thermal properties of wood. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 128(2), 825–832. <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5947-z>
17. Liu, Q., Chai, Y., Lin, N., Lyu, W. (2020). Flame Retardant Properties and Thermal Decomposition Kinetics of Wood Treated with Boric Acid Modified Silica Sol. *Materials*, 13(20), 4478. <https://doi.org/10.3390/ma13204478>
18. ГОСТ 16363-98. Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей. Чинний з 01.09.2000. Міждержавна Рада зі стандартизації, метрології і сертифікації, 1998. 7 с.
19. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. Чинний з 01.01.2020. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2020. 75 с