

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 складу на водостійкість вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, групи ХТк-19-245

галузі знань (освітньо-професійної програми)

16 «Хімічна та біоінженерія»,

(«Радіаційний та хімічний захист»)

Тетяна НЕСТЕРУК

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Ольга СКОРОДУМОВА

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Олександр КОВАЛЬОВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) оперативно-рятувальних сил

Кафедра спеціальної хімії та хімічних технологій

Галузь знань 16 «Хімічна 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

Свген СЛЕПУЖНИКОВ

« » 20 року

ЗАВДАННЯ

НА ПІДГОТОВКУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Нестерук Тетяни Романівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження впливу складу на водостійкість вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах»

керівник роботи Скородумова Ольга Борисівна, доктор технічних наук, професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом НУЦЗ України від «07» лютого 2023 року № 22

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 28 березня 2023 року

3. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах: рідке скло, оцтова кислота, дистильована вода, карбамід, діамоній гідрофосфат; золь SiO₂

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): огляд та аналіз досліджень пов'язаних з характеристикою золів та одержання вогнезахисних покриттів; одержання золів SiO₂ та вогнезахисних покриттів на їх основі та методика їх досліджень; дослідження впливу складу кремнеземистих вогнезахисних покриттів на водостійкість; дослідження впливу часу гідролізу покриттів на час початку руйнування зразків під час вогневих випробувань та на остаточне горіння зразків; охорона праці при роботі з небезпечними хімічними речовинами.

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

мультимедійні слайди в кількості 12 штук

6. Консультанти за розділами кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Мінська Н.В., доцент кафедри	13.03.23	19.03.23

7. Дата видачі завдання 07.02.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва заходів кваліфікаційної роботи	Строк виконання заходів роботи	Відмітка про виконання
1	Отримання завдання	07.02.23	
2.	Аналітичний огляд літератури	08.02.23	
3.	Одержання золів SiO ₂ та вогнезахисних покриттів на їх основі та методика їх досліджень	13.02.23	
4.	Дослідження впливу складу кремнеземистих вогнезахисних покриттів на водостійкість	15.02.23	
5.	Охорона праці при роботі з небезпечними хімічними речовинами	19.03.23	
6.	Подання роботи на рецензування	27.03.23	
7.	Подання роботи на передзахист	28.03.23	
8.	Подання роботи на захист	03.04.23	

Завдання одержав

здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Тетяна НЕСТЕРУК
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Завдання надав

керівник роботи _____
(підпис)

Ольга СКОРОДУМОВА
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Звіт про КР : 43 с., 15 рис., 3 табл., 22 джерел, - додатки.

Ключові слова: водостійкість, вогнестійкість, кремнеземисті покриття, текстильні матеріали, антипірени, золь-гель, рідке скло, кремнекислоти.

Об'єкт досліджень: водостійкість текстильних матеріалів

Мета роботи: одержання золів SiO_2 та вогнезахисних покритті на їх основі.

Стислий зміст роботи та висновки:

Ознайомлення з літературними джерелами. Проведено огляд та аналіз досліджень пов'язаних з характеристикою золів та одержання вогнезахисних покриттів різними методами нанесення та різними складами. Приведено характеристику хімічних речовин, які використовуються в подальшому досліді, а саме: рідке скло, оцтова кислота, діамоній гідрофосфат, карбамід. Дослідження впливу часу гідролізу на процес руйнування кремнеземистого покриття, на змінення вогнезахисних властивостей кремнеземистих покриттів, залежність часу початку обуглення, вплив часу гідролізу покриттів на час початку руйнування зразків під час вогневих випробувань та на остаточне горіння зразків.

Був проведений розрахунок природного освітлення хімічної лабораторії для встановлення нормальних умов у виробничому середовищі.

Область використання: розроблені складі вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах можуть бути використані для просочення спеціального одягу рятувальників.

ЗМІСТ

Вступ	7
1.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	8
1.1 Характеристика текстильних матеріалів.....	8
1.2 Застосування вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалів.....	10
1.3 Шляхи підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів.....	11
1.4 Дослідження впливу антипіренів на екологію.....	13
1.5 Визначення відношення хімічного складу вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах до їхньої водостійкості	15
1.6 Висновки та обґрунтування на пряму досліджень.....	16
2. ОДЕРЖАННЯ ЗОЛІВ SiO ₂ ТА ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ЇХ ОСНОВІ ТА МЕТОДИКИ ЇХ ДОСЛІДЖЕНЬ...	17
2.1 Приготування експериментальних золь-гель композицій і захисних покриттів	17
2.2. Методи досліджень золів та захисних покриттів	17
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ВОДОСТІЙКІСТЬ	21
3.1. Дослідження впливу часу гідролізу на процес руйнування кремнеземистого покриття	21
3.2. Дослідження впливу часу гідролізу на змінення вогнезахисних властивостей кремнеземистих покриттів	24
3.3. Висновки до розділу	30
4.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	32
4.1. Загальні поняття та визначення.....	33
4.2. Характеристика речовин, що використовують.....	36

					НУЦЗУ.2.19-60.СХ та ХТ РПЗ-05			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Нестерук Т.Р.</i>				Дослідження впливу складу на водостійкість вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах	<i>Літерат.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Скородумова О.Б.</i>						5	42
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Скородумова О.Б.</i>				ХТ-19-245			
<i>Затвердив</i>	<i>Слепушніков С.Д.</i>							

4.3 Розрахунок природного освітлення.....	39
4.4 Висновки до розділу.....	40
Список використаних джерел.....	41

ВСТУП

Вогнезахисні кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах – це покриття на основі кремнеземистих гелів, що наносяться на звичайні тканини [1]. Станом на сьогодні для збільшення вогнестійкої здатності кремнеземистих покриттів до них також додають різні речовини-уповільнювачі горіння – антипірени. Наразі виробництво текстильних матеріалів із вогнезахисними кремнеземистими покриттями є досить актуальним, адже більш швидкий технологічний розвиток, на жаль, провокує появу більшої кількості пожеж внаслідок недотримання правил протипожежної безпеки окремими особами. Полум'я від пожежі спричиняє великий руйнівний вплив на усе оточуюче, у тому числі й на людей і тварин, тож з метою запобігання, пожежникам необхідно «закутувати» людей та тварин у тканини із вогнезахисними кремнеземистими покриттями [2].

Крім того, поряд із вогнестійкістю кремнеземисті покриття також володіють водостійкістю, що сприяє їхній стійкості до вимивання під час прання. До того ж при проведенні досліджень було виявлено, що нанесення на тканини одних лише антипіренів спричиняє їхнє вимивання при пранні, так як антипірени за своєю природою є водорозчинними сполуками [1,3].

Тому було вирішено створити такий тип вогнезахисних тканин, що мали покриття, хімічний склад яких характеризувався наявністю як антипіренів, так і кремнеземистих гелів. Завдяки кремнеземистим гелям такі матеріали є не тільки вогнезахисними, а й водостійкими [1,3].

У цій роботі буде досліджено хімічний склад вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах, а також вплив цього складу на водостійкість таких матеріалів.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Характеристика текстильних матеріалів

Вимоги безпеки привели до широкого використання текстильних виробів зі зниженою горючістю. Світове виробництво створює значні збитки по екології, як під час синтезу хімічних речовин, так і під час утилізації відходів текстилю. Одна з робіт вчених пропонує чистішу технологію для зниження горючості віскозних волокон. Стабілізація кремнезему проти небажаного вилугування під час промивних процедур була досягнута обробкою алюмінатом, який реагує з кремнеземом.

Ця обробка була успішно поєднана з етапом реактивного фарбування, на якому не відбувалося осадження барвників, втрат глибини кольору або зниження стійкості фарб. Включення кремнезему в регеновані целюлозні волокна пропонує зелену альтернативу досить забруднюючих процесів обробки, які використовуються сьогодні. Використання цих модифікованих волокон є особливо цінним для текстильних виробів, які носяться біля шкіри, оскільки можна уникнути вимивання дратівливих антипіренів на шкіру [4].

Включення діоксиду кремнію в регеновані целюлозні волокна призводить до продуктів, які поєднують знижену горючість з покращеним комфортом зносу та буферною здатністю целюлозних волокон до клімату тіла. Додавання діоксиду кремнію як функціонального карбонізатора покращило займистість, прискорило гасіння за лічені секунди (-90%) і зменшило час після горіння. Довжина подрібненого матеріалу зменшилася на 10% (0,4 см), порівняно з 4-5 см для стандартних віскозних волокон. Аналіз FTIR спалених волокон та експерименти ТГА в атмосфері азоту і повітря показують, що включення кремнезему в целюлозну матрицю призводить до утворення неорганічних залишків, але присутність вбудованого кремнезему не змінює термічну стабільність целюлозного полімеру. Таким чином, функціональність кремнеземної структури в основному базується на утворенні неорганічних структур, які запобігають доступу кисню та інфрачервоного випромінювання до легкозаймистого целюлозного матеріалу.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Зменшення горючості целюлозних волокон шляхом додавання кремнезему, недорогого неорганічного матеріалу, призвело до низки важливих досягнень на шляху до більш чистого виробництва:

- Заміна синтетичних органічних продуктів, як функціональних агентів, неорганічним кремнеземом призводить до зниження витрат ресурсів на приготування функціональної добавки.

- Вивільнення функціональних органічних хімічних речовин, шляхом вилуговування піт, може бути джерелом подразнення шкіри, особливо коли текстильні вироби носять безпосередній контакт зі шкірою. Від включення нерозчинного алюмосилікату в целюлозне волокно очікується низький потенціал подразнення шкіри, тому такі волокна будуть дуже цікавими для застосування як базовий шар або для постільної білизни.

- Сучасні концепції вогнезахисного покриття целюлозних волокон часто включають етап фіксації на стентері, наприклад, коли використовуються реакційноздатні сполуки. Такі процеси споживають значну кількість теплової енергії (приблизно 1 кВт-год на кг обробленого текстилю) і, як відомо, виділяють значну кількість летких небезпечних продуктів з відпрацьованим повітрям [5].

У виробках, досліджених у цій роботі, введення 18–20% мас. кремнезему у віскозні волокна це добре показало себе в стандартних випробуваннях на зайнятість постільної білизни з використанням тліючого тютюну, як джерела запалювання. Цей тест буде основною вимогою для майбутнього такого впровадження волокон у постільну білизну в будинках для людей похилого віку та готелях.

Це дослідження поведінки нового матеріалу в умовах використання є частиною поточного дослідження, яке вивчає довговічність матеріалу в реальних умовах носіння та догляду[8].

Нові нанокompозитні матеріали були розроблені за допомогою легкого методу одного горщика. Нанокompозити розроблено на основі наночастинок срібла та дифосфат малоната у вигляді органічних фосфатів. Масові співвідношення як наночастинок срібла, так і органічного фосфату в нанокompозитах варіювали та

оптимізували. Розміри наночастинок срібла були налаштовані і середній розмір знаходився в діапазоні 17-102 нм. Різні текстильні тканини були оброблені розробленими нанокомпозитами для покращення їх антибактеріальних та вогнезахисних властивостей. Вогнестійкість обробленого текстилю була значно покращена та оптимізована. Швидкість горіння обробленого текстилю була зафіксована як нуль мм/хв для вогнестійких тканин високого класу в порівнянні зі 125,6 і 336 мм/хв для необробленого бавовняного текстилю та поліефірного текстилю, відповідно. Оцінювали антибактеріальну активність щодо бактерій *Staphylococcus aureus* та механічні властивості оброблених та необроблених тканин. Прозора зона пригнічення бактерій досягла 4,48 мм порівняно з нульовим значенням для чистого текстилю [4].

Розроблено ефективні вогнезахисні та антибактеріальні нанокомпозитні матеріали для текстильних тканин. Ефективними матеріалами були оброблені тканини з суміші бавовни та поліестеру. Підтверджено синтез і середній розмір наночастинок срібла. Оптимізовано вогнезахисні та антибактеріальні властивості нанокомпозитів на текстилі. Співвідношення мас між наночастинками органічного фосфату та срібла відіграло важливу роль в ефекті нанокомпозитів. Властивості горючості оброблених тканин були вивчені та суттєво знижені. Швидкість горіння складала нуль мм/хв у порівнянні зі 125,5 і 336 мм/хв для чистого текстилю. Досліджено антибактеріальні властивості оброблених зразків і досягнуто 4,48 мм чіткої зони інгібування. Розмір наночастинок срібла відігравав важливу роль у пригніченні росту бактерій. Досліджено вплив обробки нанокомпозитами на міцність на розрив і подовження оброблених текстильних тканин. Також було досліджено вплив наночастинок срібла на механічні властивості обробленої суміші[6].

1.2 Застосування вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах

Згідно джерела [1], вогнезахисні кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах застосовують у сфері пожежної безпеки для захисту осіб та предметів

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

від дії пошкоджуючого впливу високотемпературного полум'я, а також для збільшення захисних властивостей костюмів пожежників. Тканини із подібними покриттями завдяки хімічному складу останніх є найефективнішими щодо їхнього застосування для захисту від дії вогню.

У якості текстильних матеріалів для нанесення на них вогнезахисних кремнеземистих покриттів застосовують різноманітні матеріали, включаючи бавовну, вовну, і навіть синтетику. Кремнеземисті покриття додатково зміцнюють ці матеріали, у результаті чого ці матеріали стають як вогнезахисними, так і водостійкими [1,3].

Крім того, із застосуванням технологій щодо нанесення кремнеземистих покриттів на текстильні матеріали досягається ледь не найбільша вогнестійкість цих матеріалів. Завдяки цьому такі матеріали витримують навіть тривалий вплив вогню [1,3].

Отже, вогнезахисні кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах набувають застосування у сфері пожежогасіння для захисту від потрапляння полум'я на одяг та відкриті ділянки шкіри людини, а також на різні предмети. Кремнеземисті покриття наносяться на тканини будь-якого типу і зміцнюють їх таким чином, що останні стають одночасно вогнезахисними при тривалому впливі вогню та водостійкими при пранні [1-3].

1.3 Шляхи підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів

Зазвичай текстиль захищають шляхом нанесення (просочення або розпилення) інгібіторів хімічних реакцій, які зменшують або повністю обмежують потенціал займання текстилю. Інгібітори можуть бути гомогенними, тобто у вигляді парів (на основі йоду і фтору), або гетерогенними, зазвичай у вигляді дрібних порошків мінеральних солей лужних металів.

У цьому дослідженні було досліджено два способи вогнестійкості полімерних текстильних виробів: розплавлення та нанесення заднього покриття з використанням тих самих добавок. Було виявлено, що додавання фосфатів алюмінію значно покращує вогнестійкі властивості поліетиленових тканин із

різким зниженням піку тепловиділення порівняно з первинним термопластом. Обмежуючим параметром в процесі нанесення покриття було використання хімічних продуктів (в основному поліуретану), які беруть участь у згорянні матеріалу і утворюють велику кількість диму. З іншого боку, вогнестійкі матеріали, виготовлені методом прядіння з розплаву, показали зменшення загального виділення тепла (зменшення на 61%), відсутність збільшення виділення диму та більшу залишкову масу порівняно з первинними ПЕТ тканинами [8].

Легке приготування ефективної вогнестійкої шовкової тканини методом адсорбції солі металу. У цьому дослідженні вогнезахисна (FR) функціональна шовкова тканина була виготовлена шляхом легкої адсорбції солей металів (сульфату заліза, алюмінію та титану) у низькій концентрації. У цьому дослідженні намагалися добре зрозуміти здатність FR та дію солей металів на шовкову тканину. Досліджено морфологічну структуру та функціональні групи шовкового волокна до та після обробки. Оцінювали термічну стабільність, димоутворення та FR здатність обробленого шовку. Солі заліза, алюмінію та титану наділили шовкову тканину ефектом самозгасання в концентрації 0,1, 0,5 та 1,0 г/л відповідно. Солі металів також показали хорошу стійкість до прання на шовковій тканині; наприклад, шовк, оброблений сіллю алюмінію, все ще досягав самовигасання після 10 міцних прань, що пояснюється здатністю до комплексоутворення макромолекули шовку з іонами металу. Аналіз термічної стабільності та залишків вуглецю свідчив про механізм FR конденсованої фази для обробленого шовку, а хороша здатність сприяти обвуглюванню сприяла їх функціональності FR. Це дослідження показує, що певні солі металів є достатньо ефективними, щоб служити відповідною альтернативою токсичним галогенним хімічним речовинам для підвищення пожежної безпеки шовкових текстильних виробів [9].

Виготовлення супергідрофобного та супероліофобного покриття на бавовняній тканині. Тканина з покриттям демонструє відмінні властивості самоочищення та відокремлення олії від води. Ця стаття спрямована на розробку простого та одноетапного методу виготовлення супергідрофобного покриття на бавовняній тканині. Покриття було приготовлене з використанням двох силан-

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

трихлор (октадецил) силану та (пентафлуорофеніл) триетоксисилану методом занурення в розчин. Змочуваність, топографія поверхні та хімічний склад бавовняної тканини до та після обробки були охарактеризовані шляхом вимірювання кута змочування. Крім того, функціональні групи, присутні у покритті, аналізували за допомогою ІЧ-Фур'є спектрів. Хімічна стабільність зразка з покриттям була оцінена шляхом занурення зразка в розчини з різним рН і різні розчинники, що показало чудову хімічну стабільність покриття. Обробка ультразвуком з водою, детергентом та петролейним ефіром, а також випробування на удар водяним струменем показує механічну стабільність покриття. Термостійкість тканини з покриттям була досліджена шляхом відпалу зразка за різної температури. Крім того, він показує стійкість до плям та УФ-випромінювання. Крім того, бавовняна тканина з покриттям демонструє чудові властивості самоочищення та відокремлення олії від води, що робить її придатною для промислового застосування. [10].

1.4 Дослідження впливу антипіренів на екологію

Антипірени (FR) є групою сполук, які додають до матеріалів для придушення, зменшення або затримки займання. В даний час найчастіше використовувані FR - це полібромовані дифенілові ефіри (PBDE), і різні дослідження виявили осіб, які зазнали їх впливу[10].

Взаємодія піридину, 2-вінілпіридину та 4-вінілпіридину з поверхнями діоксиду кремнію, представленими модельними кластерами, вивчається в рамках теорії функціоналу щільності, щоб пролити світло на різну тенденцію до полімеризації, що виявляється вініловими похідними піридину. Встановлено, що піридин сильніше взаємодіє з кластерами кремнезему, ніж його похідні, а 2-вінілпіридин, у свою чергу, має більшу енергію взаємодії, ніж 4-вінілпіридин. Також виявлено, що у всіх випадках у картині взаємодії домінує утворення водневого зв'язку між атомом азоту та гідроксильною групою кремнеземного кластера, хоча в деяких системах утворюється другий, дуже слабкий водневий зв'язок. Орбітальний аналіз природних зв'язків та розрахунок частот гармонійних

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

коливань дозволяють підтвердити ці висновки. Нарешті, передбачається, що тенденція не утворювати нанокompозити при використанні 2-вінілпіридину в основному пов'язана за участю його вінільної групи у слабкому водневому зв'язку з атомом кисню на поверхні кремнезему, уникаючи полімеризації, а не через слабку кислоту. Основна взаємодія та стеричні ефекти, як передбачалося раніше[11].

Декабромдіфенілетан (DPDPE) - антипірен, який присутній на ринку більше 20 років і використовується як заміна декабромдіфенілового ефіру (БДЕ-209). Екологічні дані з DPDPE мізерні, але дослідження з БДЕ-209 показали, що перенесення великі відстані в атмосфері призводить до забруднення віддалених регіонів [12].

Бромований антипірен гексабромциклододекан (ГБЦД) широко використовується в Європі, але інформації про концентрації цієї хімічної речовини у навколишньому середовищі мало. Була проведена перша перевірка наявності ГБЦД у навколишньому середовищі у Швеції, країні, де ця хімічна речовина не виробляється, і в даний час її промислове використання дуже обмежене. Можливі джерела викидів було визначено шляхом систематичного аналізу використання з погляду життєвого циклу. Крім кількох точкових джерел, можливі дифузні викиди від полімерних продуктів. Вимірювання проводилися поблизу певних можливих точкових джерел, у міському середовищі та у віддалених регіонах та включали повітря, осадження, воду, ґрунт, відкладення, мул, біоту та продукти харчування. ГБЦД був виявлений у всіх проаналізованих середовищах та у всіх середовищах. Відносно високі концентрації, виявлені в оселедці та харчових продуктах, свідчать про біоаккумуляцію ГБЦД. Присутність ГБЦД у віддаленому фоновому повітрі припускає, що ГБЦД може переноситися в атмосфері на великі відстані. Є також деякі ознаки того, що дифузні викиди ГБЦД відбуваються у міському середовищі[13].

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Визначення відношення хімічного складу вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах до їхньої водостійкості

Звичайно, кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах окрім своєї вогнестійкості повинні також володіти водостійкістю, адже вони повинні бути стійкими до вимивання під час прання. Водостійкість кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах, як і їхня вогнестійкість, залежить від хімічного складу [3].

Насичений меланіном і зв'язуючими речовинами морських мідій, полідофамін суперадгезії (PDA) відіграє унікальну роль у модифікації поверхні матеріалів. У цьому дослідженні дофамін був нанесений на шовкову тканину за короткий час шляхом швидкої окисної полімеризації, а Fe^{2+} був обгорнутий за допомогою реакційноздатних груп на поверхні полідофаміну (PDA) як вторинної платформи. Були досліджені гідрофобні, вогнезахисні та стійкі до ультрафіолету властивості обробленої тканини. Покриття PDA та мінералізація Fe^{2+} змінили морфологічну структуру шовкової тканини, надавши тканині супергідрофобність, вогнестійкість та захист від ультрафіолету. Зокрема, обгорнута мінералізація Fe^{2+} утворила наночастинки та шорстку структуру на поверхні шовкових волокон, наділяючи шовкову тканину супергідрофобністю. Покриття PDA також підвищило властивість карбонізації тканини під час горіння. Крім того, утворення солей металів при згорянні мінералізованих матеріалів було корисним для запобігання джерел тепла та газу, завдяки чому шовкова тканина мала хорошу вогнестійкість, демонструючи потенційне застосування як багатофункціональний передовий текстиль [14].

Розумне покриття для меблевого текстилю було розроблено з використанням одноетапного екологічно чистого методу. Розроблений шар покриття готували на основі комерційного сполучного та графіту з додаванням фосфату амонію та N-[3-(триметоксисиліл)пропіл]-етилендіаміну. Наночастинки TiO_2 були додатково дисперговані в шарі покриття та декоровані графітовими пластинками. Оцінено та покращено горючість, термічні та механічні властивості обробленого меблевого

текстилю. Було виявлено підвищення гідрофобних властивостей обробленої текстильної поверхні, що досягає 145° кута контакту з водою [15].

Нові наночастинки, а саме TiO_2 та SiO_2 , разом із фітиною кислотою та хітозаном натурального походження, були використані для покращення вогнезахисних та гідрофільних властивостей тканин з поліаміду за допомогою техніки сухого затвердіння.

У результаті гідрофільність оброблених тканин була значно покращена, особливо з формулою PA- SiO_2 , оскільки кут контакту з водою був зменшений до 298° для оброблених тканин. [16].

Отже, найбільш водостійкі кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах мають той самий хімічний склад, що і найбільш вогнестійкі покриття. Таким чином, для створення більш водостійких кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах достатньо дотримуватися вимог, які дозволяють отримувати більш вогнестійкі покриття, адже виявлено, що достатньо водостійкі кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах – це такі самі покриття, які також володіють достатньою вогнестійкістю.

1.6 Висновки та обґрунтування напряму досліджень

У результаті аналізу літературних джерел виявлено, що підвищення водостійкості залежить від підвищення вогнестійкості. Для збільшення вогнестійкої здатності кремнеземистих покриттів до них додають різні речовини-уповільнювачі горіння – антипірени. Метою роботи є створення водостійких покриттів та дослідження впливу складу кремнеземистих вогнезахисних покриттів, які було б доцільно використовувати враховуючи їх вартість, а також аби покриття трималося тривалий час.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Розділ 2. ОДЕРЖАННЯ ЗОЛІВ SiO₂ ТА ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ЇХ ОСНОВІ ТА МЕТОДИКИ ЇХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Приготування експериментальних золь-гель композицій і захисних покриттів

Для досліджень використовували хімічні матеріали і реактиви:

Рідке скло	ISO 1690:1976
Оцтова кислота	ДСТУ 3189:2019
Дистильована вода	ISO 3696:2003
Діамоній гідрофосфат	DAP 21-53-0
Карбамід	ДСТУ 7312:2013

Золі на основі рідкого скла готували змішуванням розчинів рідкого скла різної концентрації (8, 11 та 14 %) та оцтової кислоти. Для досліджень використовували золі кремнекислоти, які готували змішуванням водного розчину рідкого скла з розчином оцтової кислоти.

Схема одержання експериментальних композицій наведена на рис.2.1.

Експериментальні склади кремнеземистих покриттів наносили на бавовняні зразки розмірами 9x13см «ванним» методом, видаляли зайвий золь на віджимних валках та сушили за температур 80 – 100 °С протягом 1 години. Наносили покриття в три шари. На висушені зразки розчини антипіренів (діамоній гідрофосфату та карбаміду) наносили методом розпилювання та знову сушили. Маркування зразків складається з концентрації золю SiO₂ (8,11,14) та у разі використання антипіренів до маркування додавали індекс «а».

2.2. Методи досліджень золів та захисних покриттів

2.2.1.Перемішування вихідних компонентів проводили на магнітній мішалці Heidolph MR Hei Standart.

2.2.2. Сушіння отриманих гелів проводили в сушильній шафі СНОЛ-3,5. 3,5. 3,5 - И1 (ТУ 16 - 681.032 - 84).



Рис.2.1 – Схема одержання експериментальних покриттів на основі рідкого скла

2.2.3. рН розчинів визначали за допомогою універсального індикаторного паперу.

2.2.4. Водостійкість захисних покриттів по текстильних матеріалів визначали згідно стандарту. Просочені золям (концентрацією SiO_2 8, 11 та 14%) та висушені за температури $100\text{ }^\circ\text{C}$ зразки тканини з антипіренами та без них, заглиблювали в ємності з дистильованою водою, дотримуючись співвідношення: 6 зразків на 3л води. Для порівняння в окрему ємність помістили 6 зразків не просоченої тканини. Після витримування деякий час в воді (2, 4, 6, 24, 48 та 72 години) виймали по одному зразку з кожної ємності та сушили в сушильній шафі. Одночасно з кожної ємності відбирали порцію води, попередньо скаламученої, для визначення оптичної густини рідини над зразками, що піддаються гідролізу (гідролізату). Оптичну густину визначали за допомогою фотоколориметра КФК-2, використовуючи як еталон дистильовану воду. Згідно стандарту один раз за добу в ємності заливали свіжу воду.

2.2.5. Оптична мікроскопія мікроструктури шарів у тканинах Цифровий мікроскоп S10 1000x.

2.2.6. Вогневі випробування зразків виконували на лабораторній установці (рис.2.2), пристрій складається з пальника, газового балона з глушником і горизонтального металевого щита. У центрі щита просвердлюється отвір діаметром 30 мм, і зразок тканини, розміщений на щиті, піддається впливу полум'я. Тиск газу 0,2 МПа підтримували за допомогою редуктора.

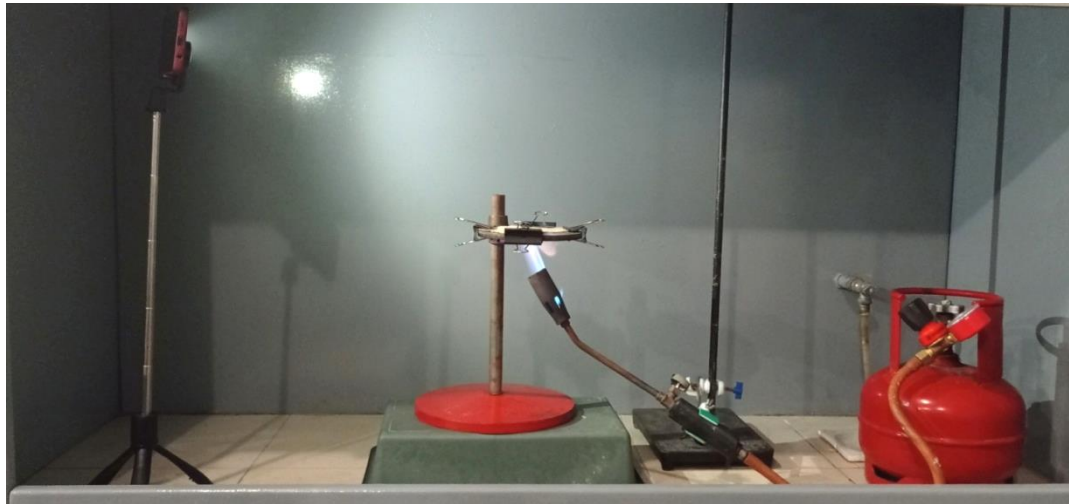


Рис.2.2 – Лабораторна установка для вогневих випробувань зразків текстильних матеріалів

Процес вогневого випробування фіксували на відеокамеру, за допомогою якої визначали час початку обуглення тканини під дією вогню, час початку її руйнування, час остаточного горіння та тління після видалення джерела вогню та загальну площу пошкодження зразків тканини від дії вогню.

Площу пошкодження тканини визначали на окремій серії зразків, піддаючи їх дії вогню протягом 8с у відсотковому відношенні від загальної площі зразка, яка перебувала в зоні дії вогню.

2.2.7. Розрахунок площі пошкодження зворотного боку тканин виконували за допомогою графічного редактору CorelDraw12.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ВОДОСТІЙКІСТЬ

Золі SiO_2 неорганічного походження, тобто одержані в результаті обмінної реакції силікату натрію з мінеральною кислотою, можна розглядати як низько концентровані суспензії, в яких дисперсною фазою є міцели кремнієвої кислоти здатні до поліконденсації з утворенням наночастинок. Враховуючи неорганічне походження таких золів, тобто відсутність на поверхні покриттів вуглеводневих груп, можна припустити часткове зниження адгезії покриття до целюлозного волокна.

Вогнезахисне покриття по текстильних матеріалах надійно діє тільки у випадку достатньої адгезії до волокна тканини. Оцінити адгезію покриття до волокна ниток тканини можна під час дослідження водостійкості просочених зразків. Це пояснюється тим, що вода оказує розклинювальну дію по місцях з'єднання покриття з нитками тканини.

Таким чином, не вирішеним є завдання визначення надійності нанесення кремнеземистих покриттів на основі стійких концентрованих золів SiO_2 на основі рідкого скла.

3.1. Дослідження впливу часу гідролізу на процес руйнування кремнеземистого покриття

Результати визначення оптичної густини проб гідролізатів відібраних з ємностей, в яких піддавали випробуванню просочені зразки тканини, наведені в таблиці 3.1. Методику проведення експерименту наведено в п. 2.2.4. розділу 2.

Витримування зразків в воді протягом 2–6 годин не призведе до значних змін оптичної густини гідролізату (рис.3.1,а). Практично така ж ситуація спостерігається на графіку змінення оптичної густини гідролізату над зразками тканини, просоченими окрім золю SiO_2 розчинами антипіренів (рис.3.1,б). Композиції показують достатню стійкість у перші 6 годин гідролізу.

Результати визначення оптичної густини

Склад покриття			Оптична густина D гідролізату після випробувань експериментальних зразків протягом:					
C _{SiO₂}	C _{ДАГФ}	C _{карб}	2 год	4 год	6 год	24 год	48 год	72 год
8	-	-	0,026	0,028	0,022	0,2	0,01	0,16
	0,3	0,15	0,02	0,025	0,022	0,025	0,025	0
11	-	-	0,015	0,02	0,02	0,22	0,02	0,015
	0,3	0,15	0,016	0,03	0,025	0,44	0,02	0,02
14	-	-	0,02	0,02	0,017	0,21	0,026	0,01
	0,3	0,15	0,02	0,029	0,035	0,44	0,03	0,025
не просочений			0,015	0,025	0,025	0,2	0,01	0,04

З підвищенням часу гідролізу спостерігається різке збільшення оптичної густини не просоченого зразка, що вказує на часткову втрату офарблення. Криві оптичної густини просочених зразків накладаються на криву не просоченого зразка (рис.3.1,а).

У разі додаткового просочення зразків антипіренами спостерігається різке підвищення оптичної густини гідролізатів у порівнянні з кривою для не просоченого зразку (рис.3.1,б).

Основне пошкодження покриття відбувається через 24 години гідролізу (рис.3.2). Заміна води в ємностях та витримка протягом ще 24 годин не призведе до помітних змін в покриттях. Тільки на 3 добу гідролізу відбувається деяке збільшення оптичної густини гідролізату зразків, просочених золем 8%-ї концентрації.

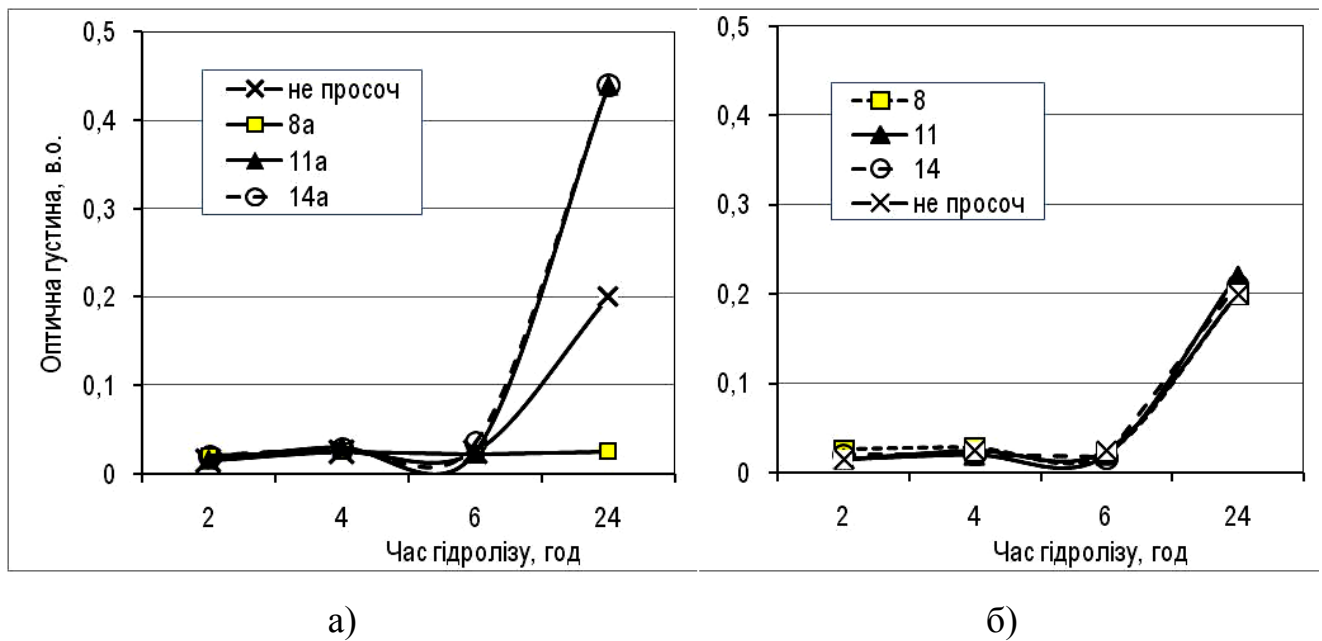


Рис.3.1 - Змінення оптичної густини гідролізату в залежності від часу гідролізу зразків, просочених золями 8,11 та 14%-ї концентрації (позначка «а» вказує на додаткове просочення зразків розчинами антипіренів)

Схожа картина спостерігається на графіку 3.2(б): максимальне пошкодження покриття відбувається в перші 24 години гідролізу, а подальші дві доби випробувань практично не змінювали значень оптичної густини.

Подальший гідроліз знижує вогнезахисні властивості покриттів, але у порівнянні з не просоченими зразками зберігається помітне покращення вогнезахисних властивостей.

Гідроліз зразків протягом 24 годин, ймовірно, стає причиною часткової втрати зразками офарблення, про що свідчить різке підвищення оптичної густини гідролізату в ємності з не просоченими зразками тканини (рис.3.1,а).

Криві змінення оптичної густини гідролізату в ємностях з просоченими зразками практично накладаються одна на одну, тому можна припустити, що покриття мають деяку поруватість, завдяки чому офарблення тканини частково попадає у гідролізат, збільшуючи його оптичну густину.

Зразки, додатково просочені антипіренами, легше віддають деяку кількість не тільки офарблення тканини, але й частково антипіренів (рис.3.1,б). Причиною цього, ймовірно, є слабке закріплення антипіренів на поверхні кремнеземистого

покриття, на якому відсутні вуглеводневі групи. Попередніми дослідженнями вже було доведено, що концентрація SiO_2 -золю впливає на його реологічні властивості [17] (текучість, в'язкість), які, в свою чергу, впливають на якість (ступінь однорідності) нанесення покриття. Нанесення антипіренів на тонке покриття у більшому ступені захищає тканину: оптична густина гідролізату практично не змінюється.

Враховуючи, що кожні 24 години в ємності заливали чисту воду, змінення оптичної густини гідролізату може показати інтервал стійкості покриття (рис.3.2).

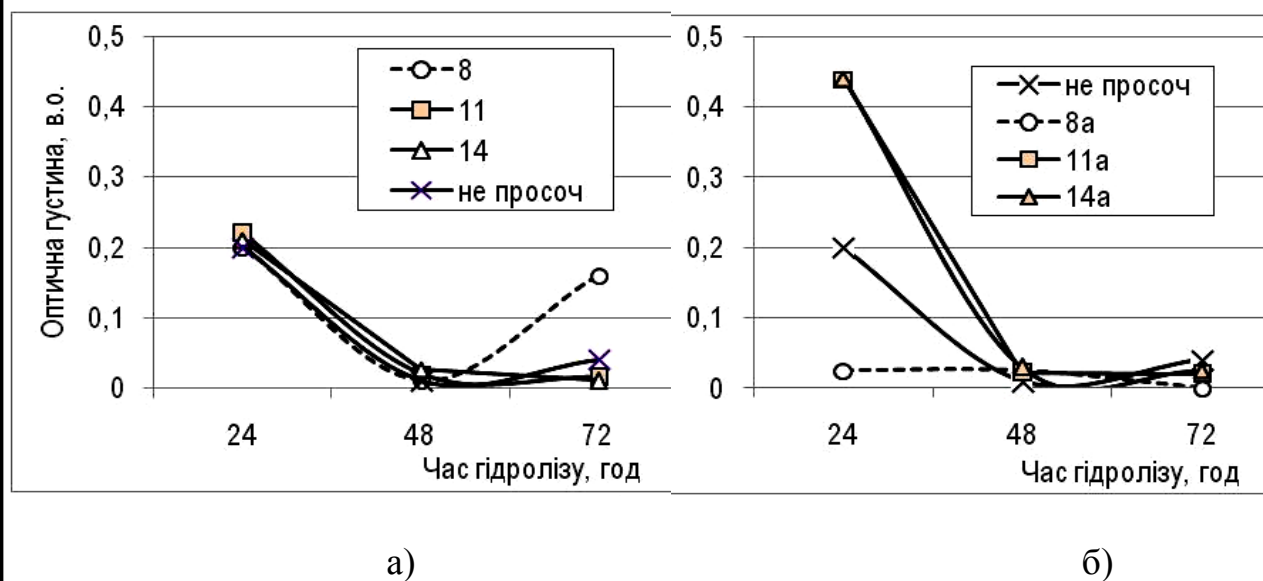


Рис.3.2 - Вплив часу гідролізу просочених зразків на оптичну густина гідролізату: а – зразки просочені золев SiO_2 , б – зразки додатково просочені розчинами антипіренів

Всі зразки з маркуванням «а» біли просочені окрім зольів SiO_2 розчинами діамоній гідрофосфату та карбаміду однакової концентрації за однакових умов просочення, віджиму та сушіння, тому можна зробити висновок, що стійкість покриття, перш за все, залежить від концентрації золю SiO_2 .

3.2. Дослідження впливу часу гідролізу на змінення вогнезахисних властивостей кремнеземистих покриттів

Висновки щодо водостійкості експериментальних покриттів на основі обробки тільки кривих оптичної густини, звісно, не є обґрунтованими без результатів вогневих випробувань після гідролізу покриттів.

В таблиці 3.2. та на рис.3.3–3.4 наведено результати вогневих випробувань експериментальних зразків: криві змінення часу початку обуглення ($\tau_{п.о.}$) та часу початку руйнування тканини ($\tau_{п.р.}$) від часу гідролізу покриттів.

Таблиця 3.2.

Результати вогневих випробувань зразків після гідролізу

№ зразку	Концентрація золю C_{SiO_2} , %	Час гідролізу, год	ДАГФ/карбамід, %	$\tau_{п.о.}$, с	$\tau_{п.р.}$, с	$\tau_{ог.с}$	$\tau_{тл.с}$	$S_{пошк}$	
Б45	8	2	-	7	15	-	28	880	
Б46		4	-	9	32	-	20	801	
Б47		6	-	8	13	12	40	810	
Б48		24	-	н/д	н/д	н/д	н/д	760	
Б49		48	-	7	11	12	46	848	
Б50		72	-	7	10	9	34	929	
Б51		2	0,3/0,15	7	33	-	18	832	
Б52		4	0,3/0,15	9	16	-	37	810	
Б53		6	0,3/0,15	8	18	-	22	800	
Б54		24	0,3/0,15	8	12	3	30	848	
Б55		48	0,3/0,15	7	12	8	35	905	
Б56		72	0,3/0,15	10	35	-	11	791	
Б57		11	2	-	6	11	-	65	712
Б58			4	-	8	15	-	58	736
Б59	6		-	8	28	-	20	760	
Б60	24		-	7	13	-	49	748	
Б61	48		-	8	13	14	34	929	
Б62	72		-	5	8	12	14	880	
Б63	2		0,3/0,15	6	11	-	22	760	
Б64	4		0,3/0,15	6	15	1	33	832	
Б65	6		0,3/0,15	6	13	-	34	772	
Б66	24		0,3/0,15	8	11	-	47	772	
Б67	48		0,3/0,15	8	13	-	29	941	
Б68	72		0,3/0,15	6	8	12	27	844	

Б69	14	2	-	8	24	-	42	727
Б70		4	-	6	13	-	39	666
Б71		6	-	7	11	1	42	779
Б72		24	-	7	11	8	32	856
Б73		48	-	8	11	16	44	865
Б74		72	-	8	14	0,5	24	700
Б75		2	0,3/0,15	8	22	-	22	779
Б76		4	0,3/0,15	8	23	-	29	974
Б77		6	0,3/0,15	7	12	7	36	917
Б78		24	0,3/0,15	7	12	4	59	865
Б79		48	0,3/0,15	9	11	5	52	917
Б80		72	0,3/0,15	10	13	3	42	992
01		не просочені зразки після гідролізу протягом	2	-	4	5	Зразки повністю згоріли	
02	4		-	4	5			
03	6		-	6	7			
04	24		-	7	8			
05	48		-	6	8			
06	72		-	6	8			
0	не просочений, не гідролізований зразок	-	-	4	7	згорів		

Слід зауважити, що не просочена тканина значно знижує свої вогнезахисні властивості після гідролізу: час початку обуглення зменшується від 6 до 4с, час початку руйнування коливається в інтервалі 5–8 с.

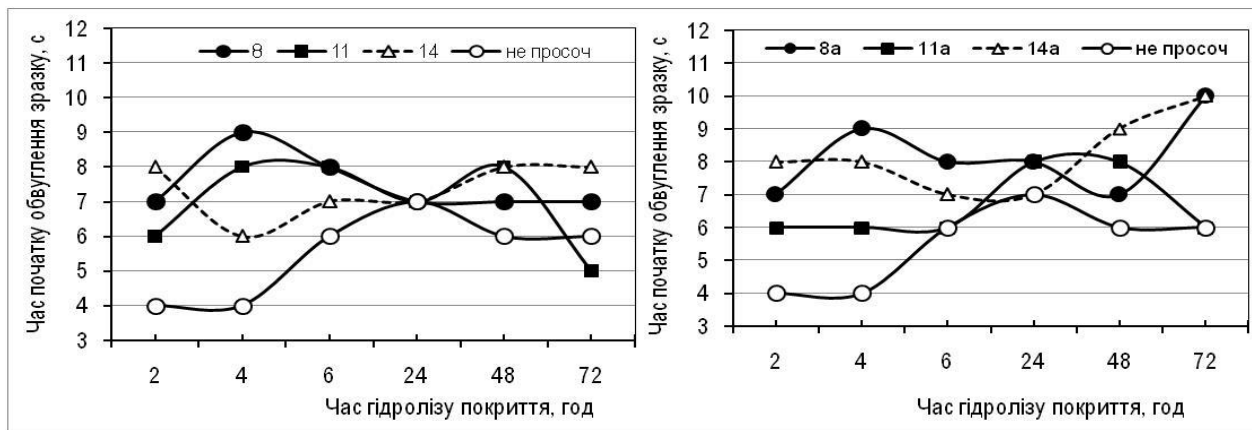


Рис.3.3 - Залежність часу початку обуглення підчас дії вогню на зразки, просочені золев SiO₂ (а) та додатково просочені антипіренами (б), від часу гідролізу покриттів

Всі не просочені зразки після видалення джерела вогню демонстрували остаточне горіння в інтервалі 11–130 с, остаточне тління спостерігалось тільки в зразку після гідролізу протягом 2 години та в зразку, який гідролізу не піддавали.

Час початку обуглення не просочених зразків (рис.3.3) збільшується з підвищенням терміну гідролізу, що вказує на гідратацію волокон целюлози.

Час початку обуглення зразків, просочених золями 8 та 11 %-ї концентрації після гідролізу протягом 2–4 години змінюється від 6 до 9 с (рис. 3.3), ймовірно, за рахунок часткової гідратації поверхні захисного покриття: адсорбція молекул води на гідрофільних ділянках поверхні під час гідролізу протягом 2-4 години підвищує не тільки час початку обуглення, але й час початку руйнування тканини (рис.3.4).

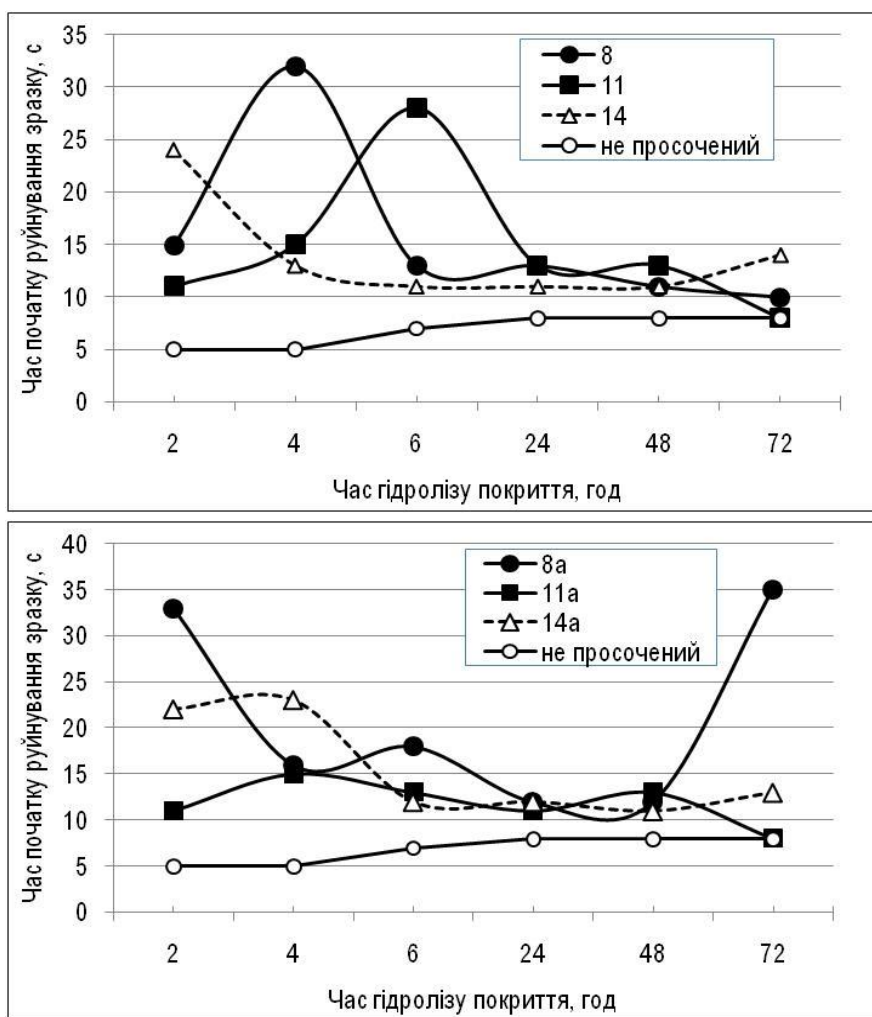


Рис.3.4 - Вплив часу гідролізу покриттів на час початку руйнування зразків під час вогневих випробувань

Відомо, що просочення тканини розчинами антипіренів негативно впливає на фізико-механічні характеристики. Це пояснюється розпушуванням волокон целюлози під час просочення. Якщо в момент просочення нитки тканини розпушуються на окремі волокна, захисне покриття мало б теж руйнуватися, тому очікувано було одержати значне зниження вогнезахисних показників.

Довготривалий гідроліз (протягом 2-3 діб) знижує час початку обуглення тканини (рис.3.3) але, враховуючи подібність форми кривих для зразків без антипіренів та зразків, додатково просочених антипіренами, можна також зробити висновок про переважну роль концентрації та, відповідно, ступеню однорідності золю SiO_2 у підвищенні вогнезахисних властивостей.

Вогнезахисна дія антипіренів переважно проявляється під час визначення часу початку руйнування тканини, часу остаточного горіння та тління: після видалення джерела вогню зразки не горіли і не тліли.

Криві наведені на рисунках 3.3.–3.4 узгоджуються між собою. В перші 5 годин гідролізу вогнезахисні властивості зразків значно вищі за властивості не просочених зразків, при чому більший вплив оказує використання золів SiO_2 низької концентрації (8–11 %). Шар адсорбованих молекул води, що утворився під час гідролізу на поверхні покриття, не піддається десорбції в процесі сушіння зразків, тому час початку обуглення та руйнування помітно збільшується. Довготривала дія води нівелює вплив концентрації кремнеземистого золю але за участі антипіренів висвітлює вплив ступеню однорідності гелевого покриття на вогнезахисні властивості.

Залежність часу остаточного горіння експериментальних зразків від часу витримування в воді наведена на рисунку 3.5

Слід зауважити, що перші шість годин гідролізу практично не впливають на вогнестійкість зразків: остаточне горіння не спостерігається практично у всіх зразків окрім просоченого золем найменшої концентрації (8%), що утворює тонкий захисний шар на поверхні волокон тканини. Збільшення часу витримування в воді до 2-3 діб призведе до появи остаточного горіння у всіх зразків. Це пояснюється тим, що під час гідратації поверхні покриття проявляється ще й розклинювальна дія

води. При цьому відбувається розвинення деформаційних напруг в покритті, що є причиною часткового руйнування покриття шляхом утворення тріщин та каверн на його поверхні.

Якщо ступінь однорідності гелевого покриття є низькою, руйнування проходить активніше, тому на діаграмі піки які відповідають концентрації 11 та 14% SiO₂, мають максимальні значення. Часткове руйнування захисного шару покриття призведе й до часткової втрати верхнього шару антипіренів, але навіть у такому випадку їхня дія все ж таки помітна: час остаточного горіння зразків просочених антипіренами, значно нижче ніж у зразків просочених тільки золем SiO₂.

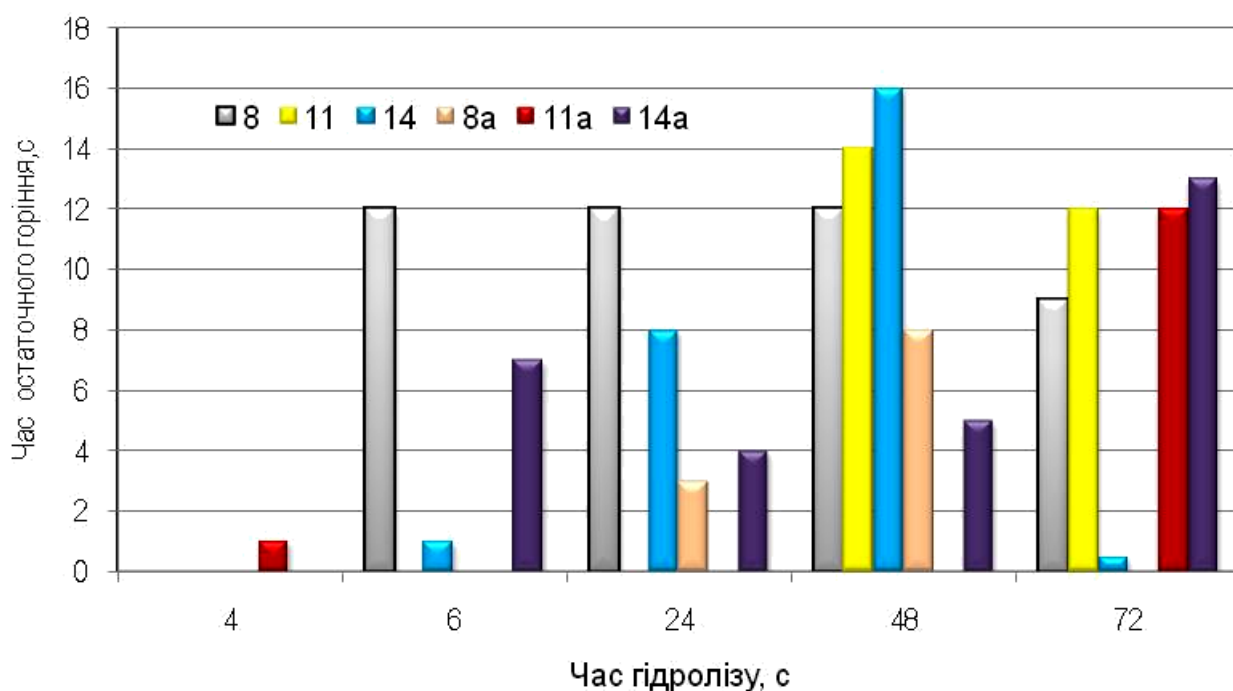


Рис.3.5 - Вплив часу гідролізу на остаточне горіння зразків

У разі збільшення гідролізу зразків до 3 діб час остаточного горіння декілька знижується що можна пояснити додатковою гідратацією поверхневого шару покриття. Зменшення інтенсивності остаточного горіння та активізація самозатухання пов'язане саме з утворенням нового гідратного шару на поверхні захисного покриття, що узгоджується з результатами визначення часу початку руйнування зразків під дією вогню.

Криві залежності часу тління після видалення джерела вогню від часу гідролізу зразків наведені на рисунку 3.6.

Форма кривих для всіх зразків подібна. Гідратація поверхневого шару покриття призведе до зменшення часу тління, часткове руйнування захисного шару покриття призведе до зростання часу тління. Додаткова гідратація гелевого покриття в місцях часткової руйнації також зменшує час тління та підвищує час початку обуглення та руйнування зразків тканини.

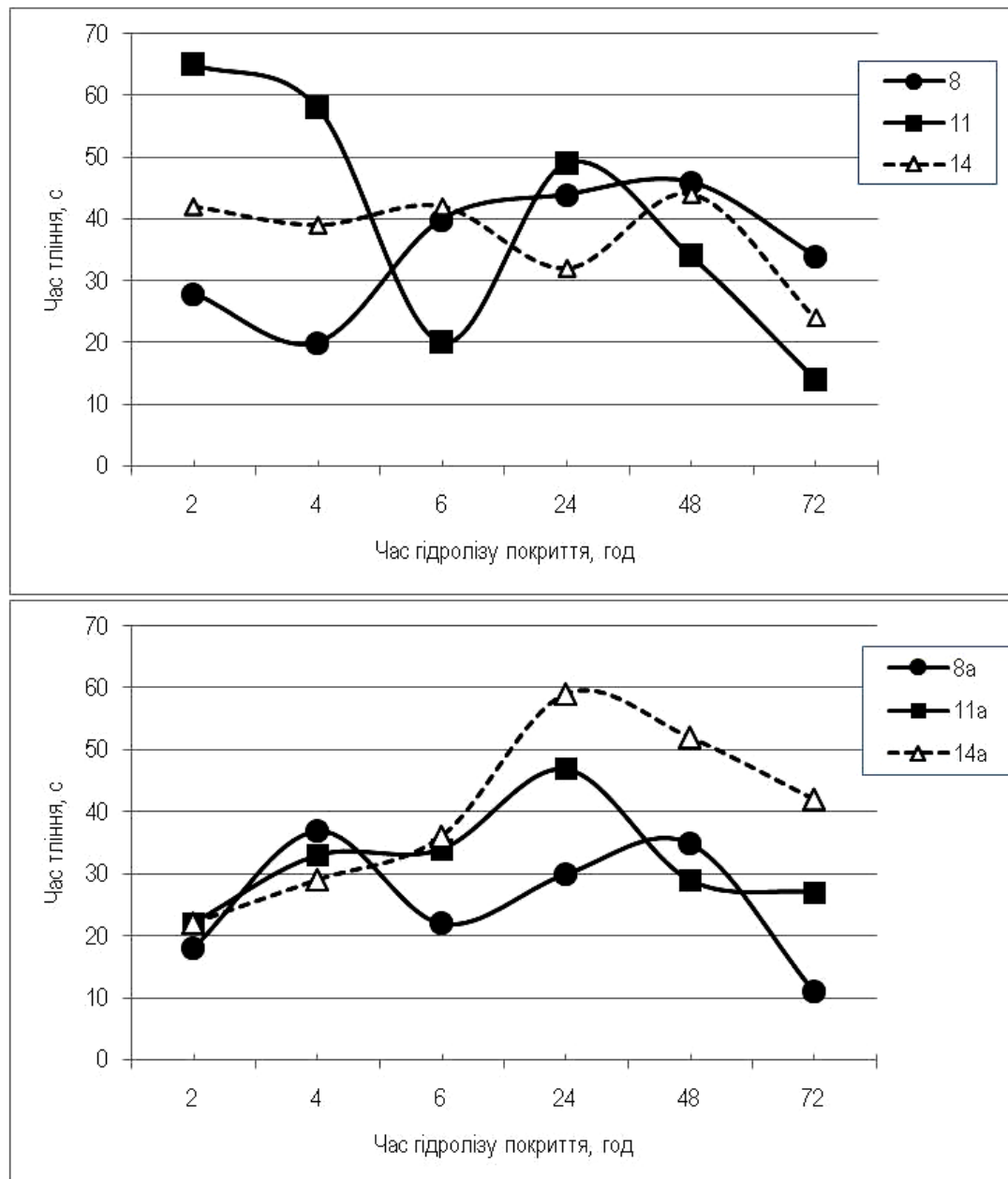


Рис.3.6 – Залежність часу тління зразків від часу гідролізу просочених зразків

Сумарний вплив остаточного горіння та тління проявляється у разі визначення загальної площі пошкодження зразків тканини (рис.3.7).

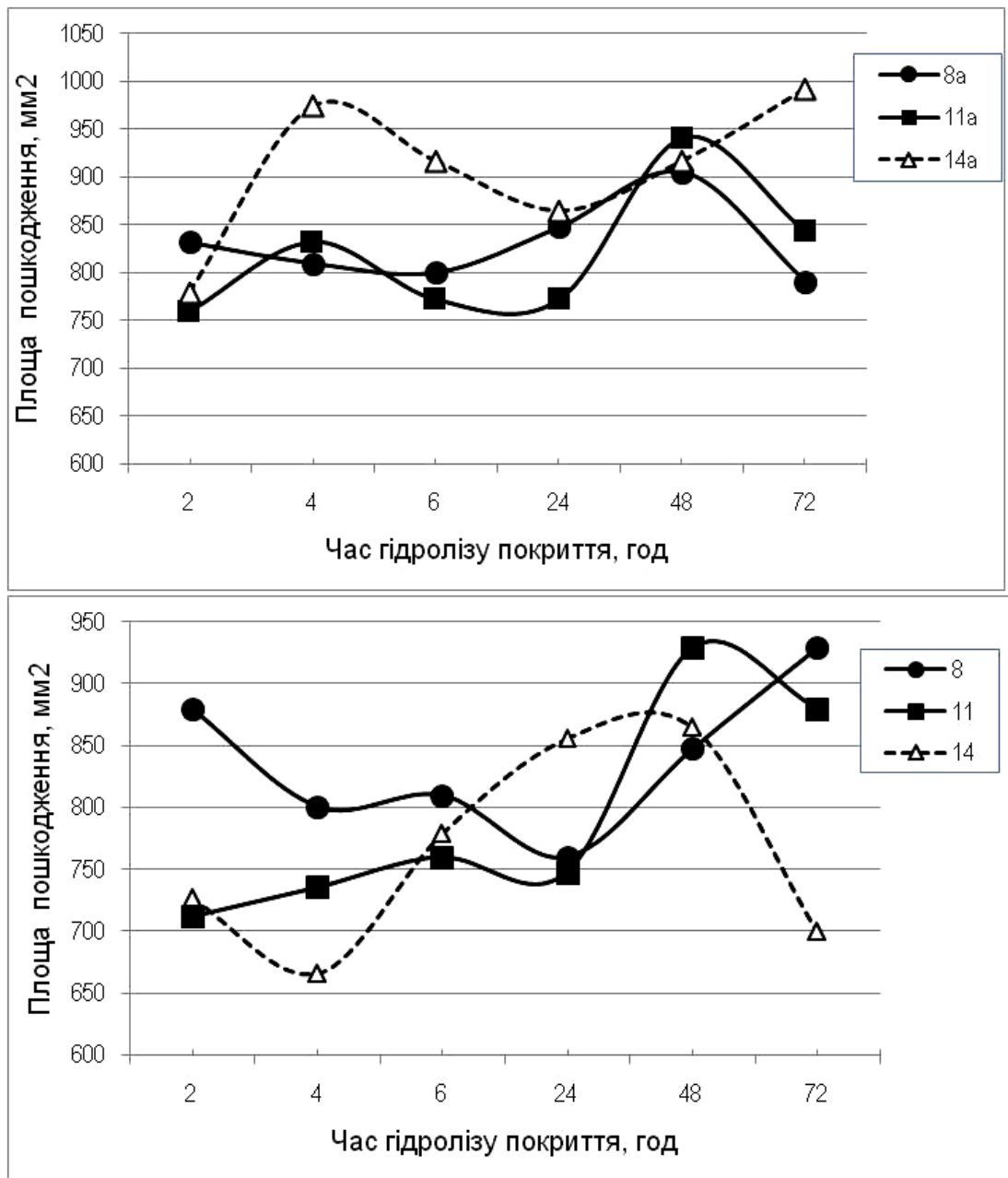


Рис.3.7 – Вплив часу гідролізу на загальну площу пошкодження експериментальних зразків

На графіках видно вплив гідратації поверхні покриття: навіть за умов остаточного горіння та тління загальна площа пошкодження зразків від дії вогню помітно зменшується.

Таким чином, можна констатувати що тривала дія води на захисні покриття в незначній мірі зменшує вогнезахисні властивості, а довготривалий гідроліз навіть сприяє підвищенню вогнезахисту за рахунок створення на поверхні гідратного шару.

3.3. Висновки до розділу

Досліджено водостійкість розроблених складів вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах.

1. Встановлено, що під дією води відбувається часткова гідратація поверхні кремнеземистого покриття, яка не призведе до його руйнування. Наявність шару адсорбованих молекул води на поверхні покриття є причиною додаткового підвищення вогнезахисних властивостей зразків. Показано, що ступінь однорідності золю SiO_2 впливає на стійкість до гідролізу гелевих покриттів. Переважний вплив оказують золі SiO_2 низької концентрації (8 %), які характеризуються високою текучістю та мають тривалий термін життя.

2. Досліджено вплив терміну гідролізу на вогнезахисні властивості просочених зразків тканини. Показано, що навіть довготривала дія води забезпечує підвищення вогнезахисних властивостей просочених зразків у порівнянні з не просоченими зразками тканини. Показано, що переважний вплив на вогнезахисні властивості оказує концентрація та ступінь однорідності золю SiO_2 .

3. Поверхневий шар антипіренів запобігає остаточному горінню та тлінню зразків після видалення джерела вогню але не значно впливає на численні показники вогнезахисних властивостей.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні поняття та визначення

Створення безпечного робочого середовища завжди було проблемою. Однак в епоху науково-технічного прогресу воно стало особливо важливим, оскільки ціна нещасного випадку значно зросла. Щороку в результаті нещасних випадків на виробництві гине багато людей. Це призводить до серйозних економічних втрат і наслідків.

Доведено, що людський фактор причетний до майже 90% цих нещасних випадків. У людській діяльності "безпека" підпорядкована "вигоді", тому інстинкт самозбереження стоїть на другому місці.

Державна політика у сфері охорони праці спрямована на створення безпечних умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Суть цієї політики полягає в тому, щоб виявити шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які можуть виникнути на робочому місці, спрогнозувати, коли вони можуть виникнути, і вжити необхідних профілактичних заходів.

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 .

Хімічна лабораторія - організація, підприємство, установа або їх окремий підрозділ, що проводять дослідження, випробування і іншу діяльність з використанням хімічних процесів, спеціального обладнання та різноманітних хімічних речовин.

У хімічній лабораторії повинна бути встановлена загальна система вентиляції (система примусової вентиляції), а в місцях можливого накопичення небезпечних хімічних речовин – місцева витяжна система.. Експлуатація, технічне обслуговування, поточний огляд і ремонт, а також періодичні технічні випробування систем вентиляції повинні здійснюватись відповідно до вимог.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Безперервно діюча вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну, що відповідає типу і класу небезпеки речовин, які циркулюють у хімічній лабораторії, а також роботу місцевих відсмоктувачів для видалення пилу і вибухонебезпечних речовин від місця їх утворення.

Для видалення пилу і вибухонебезпечних повітряних сумішей слід використовувати пиловловлювачі або фільтри.

Приміщення хімічних лабораторій повинні мати природне, штучне та комбіноване освітлення залежно від характеристики зорової роботи відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Місцеве освітлення повинно застосовуватися в комбінації із загальним освітленням. Застосування лише місцевого освітлення забороняється. Світильники місцевого освітлення за своїм улаштуванням повинні відповідати категорії і групі вибухонебезпечних речовин і бути влаштовані так, щоб працівник міг за бажанням змінити напрям світлового потоку.

Припливно-витяжна вентиляція в усіх приміщеннях вмикається за 30 хвилин до початку проведення робіт і вимикається після закінчення проведення робіт. При цьому спочатку вмикають витяжну вентиляцію, а потім припливну; вимикають навпаки - спочатку припливну, а потім витяжну. Роботи в лабораторії повинні проводитися тільки при справній вентиляції, необхідно передбачити автоматичне включення та блокування вентиляції. У разі виявлення будь-яких несправностей вентиляції працівник повинен повідомити про це керівника лабораторії, а також службу охорони праці [17].

Всі роботи з хімічними речовинами слід проводити тільки у витяжних шафах. Витяжні шафи повинні бути обладнані відсмоктувачами.

Світильники у витяжній шафі за своїм улаштуванням повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Штепсельні розетки і вимикачі повинні бути розташовані поза витяжною шафою. Підлоги приміщень хімічних лабораторій повинні мати рівну, неслизьку, зручну для очищення поверхню, бути стійкими до дії механічних навантажень, вологи і агресивних середовищ

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Конструкція та розміщення лабораторних меблів повинні бути такими, щоб можна було вести прибирання підлоги під ними.

Для миття хімічного посуду слід виділяти ізольовані мийні приміщення, обладнані мийними машинами та спеціальними мийними столами: один з витяжною шафою, два відкритих. Допускається влаштування місць для миття посуду в кожному лабораторному приміщенні у витяжній шафі.

Приміщення хімічних лабораторій, призначені для робіт з надзвичайно небезпечними (1-й клас небезпеки) і високонебезпечними (2-й клас небезпеки) речовинами, повинні бути ізольовані від інших приміщень лабораторії, мати окремий вхід і витяжні шафи, не пов'язані з вентиляцією інших приміщень.

Приміщення хімічних лабораторій, де працюють з ртуттю, повинні бути оброблені матеріалами, які запобігають поглинанню і вимиванню парів ртуті на стінах, стелях і поверхнях конструкцій (колони, двері, вікна, віконні рами і т.д.) і дозволяють проводити вологе прибирання [18].

Газопроводи в приміщеннях хімічних лабораторій повинні відповідати затвердженій в установленому порядку проектній документації і бути пофарбовані відповідно до Державний стандарт “Трубопроводи промислових підприємств. Розпізнавальне пофарбування, попереджувальні знаки і маркувальні щитки”.

Ввід газової магістралі в будівлю повинен бути обладнаний запірним пристроєм у легкодоступному та добре освітленому місці і з'єднаний з робочим столом або витяжкою (якщо необхідна подача газу). Газова магістраль повинна бути обладнана регульованим краном для включення відповідного кухонного приладу [21].

Столи і витяжні шафи, призначені для роботи з пожежо- та вибухонебезпечними речовинами, повинні мати захисні бортики та бути покриті негорючим матеріалом, а для робіт з кислотами, лугами та іншими неорганічними і органічними хімічно активними речовинами - матеріалами, стійкими до їхнього впливу [21].

4.2 Характеристика речовин, що використовують

Витяжні шафи, лабораторні та робочі столи у спеціальних приміщеннях (наприклад, кімнатах для робіт зі ртуттю) не повинні мати під робочою поверхнею ящиків і шаф.

Столи в приміщеннях хімічних лабораторій при роботі зі ртуттю повинні мати ртуть непроникне покриття (перхлорвінілове або інше).

Газові та водяні крани на робочих столах і у витяжних шафах повинні бути розташовані біля бортів (країв) і установлені так, щоб унеможливити випадкове відкриття крана.

Аптечка з необхідними медикаментами для надання першої допомоги повинна бути розміщена на видному і легкодоступному місці в кожній робочій зоні хімічної лабораторії.

Рідке скло – це продукт взаємодії кремнієвої кислоти і оксидів лужних металів – натрію або калію. Саме звідси і пішло існування натрієвого і калієвого скла. Рідке скло – це в'язка рідина від світло-жовтого до жовтуватого-коричневого кольору з густиною 1300-1800 кг/м³. Його виробляють шляхом розчинення кварцового піску з кальцинованою содою. Готовий продукт необхідно зберігати в герметичній тарі, оскільки він розкладається на відкритому повітрі. Рідке скло продається в контейнерах і цистернах або, як твердий продукт навалом у вигляді силікатних блоків або гранул. У цьому випадку його необхідно нагріти з водою в автоклаві для розчинення (ГОСТ 13078-81). Основними показниками, що визначають властивості рідкого скла, є його в'язкість і модуль пружності, тобто співвідношення $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$, яке повинно бути в межах 2,4-3,0.

Оцтова кислота - органічна сполука, одноосновна карбонова кислота складу CH_3COOH . За звичайних умов є безбарвною рідиною із різким запахом. Температура плавлення чистої кислоти дещо нижча від кімнатної температури, при замерзанні вона перетворюється на безбарвні кристали — це дало їй технічне найменування льодяна оцтова кислота.

Оцтова кислота – один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Понад 65% світового виробництва оцтової кислоти використовується для

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

виробництва полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. Полівінілацетат є основою для багатьох ґрунтовок і фарб. Целюлоза з оцтової кислоти використовується у виробництві оцтовокислого волокна. Оцтова кислота та її ефіри є важливими промисловими розчинниками та екстрагентами. Перебуваючи у стані пари в повітрі, кислота пошкоджує очі, ніс та горло вже за концентрації понад 10 мг/м³. Серйозні наслідки спостерігаються при десятиденній повторюваній дії забрудненого кислотою повітря із вмістом до 26 мг/м³ [17].

Низькоконцентровані розчини оцтової кислоти (близько 5%) можуть подразнювати слизові оболонки. Концентрована кислота значною мірою пошкоджує шкіру при контакті: у випадку її потрапляння, необхідно промити уражене місце великою кількістю води або розчину харчової соди. При проковтуванні оцтової кислоти спостерігається біль у стравоході і роті, це може призвести до появи нудоти і проблем із диханням. У цьому випадку необхідно ополоснути ротову порожнину і звернутися до лікаря.

Токсичні дози при споживанні кислоти людиною достеменно не відомі. Напівлетальною дозою для пацюків є 3310 мг/кг, для кроликів — 1200 мг/кг. Споживання людиною 89–90 г чистої кислоти є вкрай небезпечним, а граничною кількістю для щоденного споживання є 2,1 г.

Дистильована вода – це очищена вода, що містить мало домішок (крім летких іонів) і сторонніх іонів. Таку воду отримують шляхом дистиляції в спеціальному апараті, який називається дистилятором. Така вода не проводить електричний струм.

Завдяки високій чистоті та відсутності сторонніх домішок вона не зазнає фазових перетворень навіть при нагріванні вище точки кипіння або охолодженні нижче точки замерзання. Фазовий перехід інтенсифікується механічними домішками і струшуванням.

Дистильовану воду використовують в лабораторіях при роботі з речовинами особливої чистоти, а на практиці – для конденсації розчинів електролітів, безпечної роботи акумуляторів, очищення холодильних систем, розведення конденсатів охолоджувальної води та інших побутових цілей. Наприклад, його

можна додавати в парові праски для повного видалення солі, регулювати температуру замерзання розчинів для миття скла і використовувати в кольоровому фотодруці.

Гідрофосфат амонію (фосфат амонію двозаміщений, діамонійфосфат, E342) — хімічна формула $[\text{NH}_4]_2\text{HPO}_4$, інша назва є одним із водорозчинних фосфатів амонію, солей, які можуть бути отримані при взаємодії аміаку з фосфорною кислотою. Середній рН в розчині 7,5-8. Густина: 1,62 г/см³. Молярна маса: 132,07 г/моль [20].

Це неорганічний водорозчинний реактив, сіль у вигляді білого порошку, що складається з дрібних безбарвних прозорих кристалів. Добре розчиняється у воді (58 г/100 мл при 10 °С); в ацетоні та спирті не розчиняється; на повітрі поступово позбувається аміаку. Не поєднується з сильними кислотами, основами та окисниками.

2-заміщений фосфорнокислий амоній – найпопулярніший компонент засобів для гасіння пожеж. Будучи антипіреном, він знижує температурні показники згоряння матеріалу (вихід горючих газів зменшується, вуглецевих залишків, навпаки, збільшується). Крім того, вогнестійкість діамонійфосфату призвела до його застосування в таких царинах: деревообробка, виробництво тканин і паперу, виготовлення ракетних двигунів (в останньому служить ізолятором). Цей реактив знаходить своє місце і у виробництві люмінесцентних і радіоламп, керамічних виробів, смальти, в обробці стоків. Є флюсом при паянні металів, таких як цинк, мідь, олово.

Діамонійфосфат може бути використаний як антипірен. Він знижує температуру згоряння матеріалу шляхом зменшення виходу горючих газів і збільшення виходу вуглецевмісних залишків. Це один з найбільш популярних компонентів у засобах.

Сечовина (карбамід) - це сполука, діамін вугільної кислоти. Сечовина являє собою білі кристали, розчинні в полярних розчинниках (вода, етанол, рідкий аміак).

Сечовина добре розчиняється в полярних розчинниках (вода, рідкий аміак, діоксин сірки), причому її розчинність зменшується зі зменшенням полярності розчинника. Нерозчиняється в неполярних розчинниках (алкани, хлороформ).

Сечовина утворює комплексні включення (клатрати) з багатьма сполуками, наприклад, з перекисом водню, який використовується як зручна і безпечна форма "сухого" перекисуводню (гідроперіоди). Здатність сечовини утворювати комплекси включення з алканами використовується для видалення нафти. Це пов'язано з тим, що розгалужені вуглеводневі ланцюги не можуть проникнути в циліндричні канавки кристалів карбаміду.

Карбамід також використовується для очищення вихлопних газів теплових електростанцій, котелень, сміттєспалювальних заводів і дизельних двигунів внутрішнього згорання.

4.3 Розрахунок природного освітлення

Розрахунок природного освітлення, для виробничої ділянки з розмірами $L \cdot B = 8,7 \cdot 5,6$ м і висотою $H = 3,6$ м; висота робочої поверхні $h_p = 1$ м. Будівля знаходиться в 4 поясі та навпроти вікон, немає затінюючих об'єктів [22].

Визначимо спочатку необхідні для розрахунку данні.

Нормоване значення КПО знайдемо, скориставшись табл.

$$e_H = e_H^m m C = 1,5 * 0,9 * 0,8 = 1,1\% \quad (4.1)$$

Приймаємо коефіцієнт запасу $K_3 = 1,3$. Значення світлової характеристики вікон визначається відношенням $\frac{L}{B} = \frac{8,7}{5,6} = 1,55$ та $\frac{B}{h} = \frac{5,6}{2,6} = 2,15$.

За таблицею знаходимо $n_B = 13$. Площа підлоги виробничої ділянки становить $s_n = 48,72$.

Оскільки вікна не мають світлозахисних пристроїв то за знайденими в табл. значеннями визначаємо коефіцієнт світло пропускання вікон:

$$\tau_3 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,8 * 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,48 \quad (4.2)$$

Визначаємо середній коефіцієнт відбиття приміщення:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ср}} &= \frac{\rho_{\text{стелі}} S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}} \\ &= \frac{0,7 * 48,72 + 0,5 * 20,16 + 0,3 * 48,72}{48,72 + 20,16 + 48,72} = 0,5 \end{aligned} \quad (4.3)$$

Порахувавши значення параметрів, що характеризують приміщення

$$\frac{B}{h} = \frac{5,6}{2,6} = 2,15; \frac{L}{B} = \frac{8,7}{5,6} = 1,55 \quad (4.4)$$

Визначаємо коефіцієнт $r^1 = 1,6$.

Підставивши попередньо знайдені значення визначаємо необхідну площу вікон виробничої дільниці:

$$S_B = \frac{1,1 * 1,3 * 5,6 * 48,72}{0,48 * 1,6 * 100} = 5,1 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Обираємо стандарті вікна з розміром 1,5*1,7 м, тоді площа одного вікна становитиме $S_B^1 = 2,55 \text{ м}^2$.

Визначимо необхідну кількість вікон:

$$n = \frac{S_B}{S_B^1} = \frac{5,1}{2,55} = 2 \quad (4.6)$$

Приймаємо 2 вікна.

4.4 Висновки до розділу

Таким чином, було проведено аналіз можливої небезпеки робочого середовища, також були наведені норми, яких варто дотримуватись працюючи в лабораторії. Окрім того, провівши розрахунок природного освітлення для виробничого приміщення, можемо зробити висновки, що кількість вікон, згідно розрахунку та фактична кількість співпадають.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О.Б. Скородумова, Е.В.Тарахно, Д.Ю.Олейник, В.А.Крадожон Кремнеземисті вогнестійкі еластичні покриття // Збірник наукових праць ПАТ «УКРНДІ вогнетривів ІМ.А.С.БЕРЕЖНОГО». 2016. №116. С.136-143.
2. Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Шаршанов А.Я., Чеботарьова О.М., Гапон Ю.К., & Бажанова К.В. Дослідження впливу антипіренів на властивості вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах. 2021. С.11.
3. Тарахно Е.В., Андрищенко Л.А., Кудин А.М., Трефилова Л.Н. Застосування кремнійорганічних матеріалів для вогнестійкого захисного обмундирування // Проблеми пожежної безпеки. Збірник наукових праць. 2014. № 36. С. 243 – 258.
4. Nizar D., Stйphane G., Eric D., Fire performances comparison of back coating and melt spinning approaches for PET covering textiles // Polymer Degradation and Stability. 2012. С.1083-1089.
5. Ronda L., Bruno S., Campanini B., Mozzarelli A., Abbruzzetti S., Viappiani C., & Bettati, S. Immobilization of proteins in silica gel: biochemical and biophysical properties. Current Organic Chemistry. 2015. С.1653-1668.
6. Скородумова О.Б., Тарахно Е.В., Чеботарьова О.М.,Тополь М.Є. Технологічні особливості одержання бінарних захисних покриттів по тканинах в системі золь SiO_2 – антипірени // Проблеми пожежної безпеки. 2019. Вып 46. С. 179-186.
7. Ohishi, T., Kawada, H., Yoshida, T., & Ohwada, T., Development of a High-Performance Flexible Substrate for Flexible Electronics: Joining TAC Films and an Ultra-Thin Glassby Using TEOS-DAC Synthesized by the Sol-Gel Method // Materials Sciences and Applications. 2015. С. 1100.
8. Lima S., Vasconcelos R., Paiva O., Cordeiro G., Chaves M., Toledo Filho R., & Fairbairn E., Production of silica gel from residual rice husk ash // Química Nova. 2015. С. 71-75.

9. Yan-Xiang W., Yi-Ting H., Jin-Ping G., Xian-Wei C., Jing-Tao X., Facile preparation of effective flame retardant silk fabric by the metal Salt adsorption approach // Guoqiang Chen Polymer Degradation and Stability. 2020. C. 109.
10. Nour F., Mahmoud S., Facile synthesis of novel nanocomposite as antibacterial and flame retardant material for textile fabrics // Chemistry and Physics. 2016. C. 364-372.
11. Dominik M., Morsy M., Screening of organophosphorus compounds and their distribution in various indoor environments. 2003. C.1137-1146. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(03\)00666-0](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(03)00666-0).
12. Margit L., Thomas B., Organophosphorus flame retardants (PFRs) in human breast milk from several Asian countries. 2014. C. 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.02.033> .
13. Sandra E., Ingo B., The environmental occurrence of hexabromocyclododecane in Sweden Chemosphere. 2004. C. 9-21. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(03\)00758-6](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(03)00758-6) .
14. Barbara P., Amalid M., Silica incorporated cellulose fibres as green concept for textiles with reduced flammability // Polymer Degradation and Stability. 2022. C. 108.
15. Biaobiao Y., Qingqing Z., Xiaowei Z., Jianfeng G., Xiaojie Y., Guoqiang C., A superhydrophobic bionic coating on silk fabric with flame retardancy and UV shielding ability // Applied Surface Science. 2019. C. 929–939.
16. Chanchal K., Lei S., Yuan H., Nanoparticles based coatings for multifunctional Polyamide 66 textiles with improved flame retardancy and hydrophilicity // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2020. C. 15 - 19.
17. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Bezuglov O., Emen F., The use of sol-gel method for obtaining fire-resistant elastic coatings on cotton fabrics // Materials Science Forum. 2021. C. 468 - 479. doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1038.468.
18. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. Вид. 2, стеріотипне. Львів: Афіша. 2000. С. 348.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.ПІЗ.05	Лист
						41
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

19. Ярошенко І.С. Навч. посіб. К : КНЕУ, 2005. С.232.
20. Закон України «Про охорону праці». ВВР. 1992. № 49. с. 668.
21. НАКАЗ від 11.09.2012 № 1192 «Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях».
22. Жидецький В., Лико Х., Сторожук В., Практикум з охорони праці. 2000. № 2/1116. С. 187-193.

					НУЦЗУ.2.19-060.СХ та ХТ.РПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42