

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 дипломної роботи
за освітнім ступенем бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка складу вогнестійкого покриття по костюмах пожежних в системі золь SiO_2 –антипірени

Виконав: курсант (студент) 4 курсу за
освітнім ступенем бакалавра,
групи ХТкс-15-242
галузі знань (спеціальності)
0513 «Хімічна технологія та інженерія»
6.051301 «Хімічна технологія»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Плетюк В.Є.
(прізвище та ініціали)

Керівник Скородумова О.Б.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Тарадуда Д.В.
(прізвище та ініціали)

Харків – 2019 року

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))

Освітній ступінь _____ бакалавр _____

Напрямок підготовки _____ 0513 «Хімічна технологія та інженерія» _____
(шифр і назва)

Спеціальність _____ 6.051301 «Хімічна технологія» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри СХХТ

_____ О.В. Тарахно _____

“ _____ ” _____ 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

_____ Плетюк Владислав Євгенович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Розробка технології нанесення вогнестійких покриттів в системі золь SiO₂-антипірени по текстильних матеріалах _____

керівник роботи _____ Скородумова Ольга Борисівна, д.т.н.,с.н.с.,професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології _____

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ _____ ” _____ 2019 року № _____

2. Строк подання курсантом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд	квітень	
2.	Характеристика сировини й методи досліджень	квітень	
3.	Розробка складу експериментальних комплексних гелів	квітень	
4.	Дослідження процесів термодеструкції органо-неорганічних гелів SiO ₂	травень	
5.	Дослідження комплексного гелю на вогнестійкість тканин	травень	
6.	Дослідження ступеня пошкодження тканини від дії полум'я	травень	
7.	Дослідження мікроструктури покриття просоченими золями по тканинах	травень	
8.	Охорона праці	травень	
9.	Передзахист дипломної роботи	червень	
10.	Захист дипломної роботи	червень	

Курсант _____
(підпис)

Плетюк В. Є.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Скородумова О.Б.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Звіт про ДР: 46 с., 15 рис., 4 табл., 25 джерел.

Ключові слова: золь-гель технологія, тетраетоксисилан, кремнеземисті покриття, захисні вогнестійкі покриття, термостійкість, гелеутворення, вогнестійкість, текстильні матеріали, антипірени.

Об'єкт досліджень: процеси утворення еластичних вогнезахисних покриттів на основі золів системи етилсилікат - антипірени.

Мета роботи: дослідити вплив типу кремнійорганічного компонента на вогнестійкість вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах.

Стислий зміст роботи та висновки: розроблено технологію вогнестійких покриттів по бойовому одягу пожежних на основі золів системи етилсилікат-антипірени. Встановлено оптимальний склад золю. Досліджено мікроструктуру покриття по тканинах. Досліджено вплив типу кремнійорганічного компонента на вогнестійкість бінарних захисних покриттів по текстильних матеріалах. Вивчено реологічні характеристики золів етилсилікату та обґрунтовано вибір етилсилікату-32 для утворення захисного покриття на бавовняних тканинах.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1. Термозахистні костюми рятувальників.....	7
1.1.1. Види костюмів рятувальників та їх основні призначення.....	7
1.1.2. Текстильні матеріали для захисних костюмів та їх основні властивості.....	11
1.1.3. Вимоги до вогнестійких текстильних матеріалів.....	13
1.1.4. Шляхи підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів.....	13
1.2. Основні склади вогнезахисних покриттів по тканинах.....	15
1.3. Основні види антипіренових просочень	16
1.4. Висновки та вибір напрямку досліджень.....	18
Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ Й МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Характеристика сировини та приготування експериментальних золь-гель композицій.....	19
2.2. Методи досліджень.....	20
Розділ 3. РОЗРОБКА СКЛАДУ ВОГНЕСТІЙКИХ ЕЛАСТИЧНИХ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ПОКРИТТІВ ПО БОЙОВОМУ ОДЯГУ ПОЖЕЖНИХ	22
3.1 Дослідження впливу реологічних характеристик золів етилсилікату.....	23
3.2. Дослідження впливу типу етилсилікату на вогнестійкість просочених зразків тканини....	26
3.3. Дослідження впливу типу етилсилікату на температуру зворотного боку тканини під час випробувань на вогнестійкість.....	30
3.4. Дослідження впливу типу етилсилікату на площу ушкодження просочених тканин в момент випробувань на вогнестійкість.....	31
3.5. Висновки до розділу.....	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	34
4.1 Загальні поняття та визначення, що регламентують виконання вимог охорони праці.....	34
4.2 Визначення небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні дослідів.....	34
4.3 Токсикологічна характеристика використовуваних речовин і матеріалів.....	35
4.4 Характеристика пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, що досліджуються.....	38
4.5 Висновки до розділу.....	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-10				
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
Розробив	Плетюк			
Перевірив	Скородумова			
Н. Контр.	Скородумова			
Затверд.	Тарахно			
Розробка складу вогнестійкого покриття по костюмах пожежних в системі золь SiO ₂ -антипірени			Лім.	Лист
			4	46
ХТкс-15-242				

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЗІЗ - засоби індивідуального захисту

ЕТС - етилсилікат

ТЕОС - тетраетоксисилан

ДАГФ - діамоній гідрофосфат

ГДК - гранично допустима концентрація

БОП - бойовий одяг пожежного

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Оптимальний рівень захисту персоналу від впливу шкідливих факторів при ліквідації наслідків аварії може бути забезпечений з використанням багатошарового захисного обмундирування, що містить тканини і полімерні матеріали.

Ефективність гасіння пожеж та проведення рятувальних робіт особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів залежить як від наявності і застосування сучасних технічних засобів та вогнегасних речовин, так і від ефективності засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), зокрема захисного одягу пожежних. Він має відрізнятися високою міцністю, зносостійкістю, не вбирати воду, пари небезпечних хімічних речовин, а також характеризуватися достатньою вогнестійкістю. Актуальною проблемою є багатофункціональність захисного обмундирування.

У попередніх дослідженнях, що виконувалися на кафедрі СХХТ, для одержання вогнезахисних матеріалів використовували хімічно чисті мономери: тетраетоксисилан та метилтриетоксисилан. З метою зниження вартості захисного покриття по костюмах пожежних актуальним напрямом досліджень є пошук нових складів покриттів на основі більш дешевих кремнійорганічних компонентів, наприклад технічних продуктів, які виготовляються в Україні та не є дефіцитними – технічних етилсилікатів різних марок.

Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Термозахисні костюми рятувальників

1.1.1. Види костюмів рятувальників та їх основні призначення

За результатами проведеного аналізу [1] встановлено, що понад 60% теплозахисного одягу рятувальника, який застосовується підрозділами ДСНС України, є застарілим і не має сертифікатів відповідності, а решта 40% - мають багато конструктивних та захисних недоліків. Тобто, можна стверджувати, що у підрозділах ДСНС застосовують одяг, що не забезпечує повною мірою захист працівників від небезпечних і шкідливих чинників пожеж, що впливає на стан здоров'я та якість і швидкість тактичних рухів.

Сучасна бойовий одяг класифікується в залежності від оперативно-тактичних завдань і видів робіт, які виконуються при гасінні пожежі, необхідного рівня захисту від теплових впливів, ступеня захисту від фізико-механічних впливів, конструктивного виконання, кліматичних зон експлуатації по ДСТУ 15150-69 [2].

Бойовий одяг пожежного - одяг, призначений для захисту тіла людини від небезпечних і шкідливих факторів навколишнього середовища, що виникають при гасінні пожеж та проведенні пов'язаних з ними першочергових аварійно-рятувальних робіт, а також від несприятливих кліматичних впливів [3].

Конструкція БОП забезпечує можливість її використання зі спорядженням пожежного: рятувальним поясом, каскою, засобами індивідуального захисту органів зору та дихання пожежного, технічним озброєнням, радіостанцією, спеціальним взуттям, засобами захисту рук. Експлуатаційні властивості бойового одягу більше залежать від застосовуваних матеріалів і тканин, ніж від конструктивного виконання. Тому, в основному, шляхи підвищення характеристик БОП лежать в області використання нових, все більш досконаліх матеріалів і тканин.

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Найбільш часто до травматизму та загибелі пожежних приводять теплові фактори пожежі. Тепловий вплив обумовлений променистим тепловим потоком, високою температурою навколишнього газопароповітряного середовища, відкритим полум'ям, нагрітими твердими поверхнями. Людина, що бере участь в гасінні пожежі, піддається тепловим впливам в екстремальних ситуаціях.

Рівень теплового захисту БОП визначає оперативно-тактичні можливості пожежних підрозділів при гасінні пожежі. БОП поділяють за рівнями захисту від теплових впливів на три групи.

БОП I-го рівня (рис 1.1, а) захищає від впливів високої температури, теплових потоків великої щільності і можливих контактів з полум'ям при роботі в екстремальних ситуаціях, що виникають при гасінні пожежі, проведенні розвідки і рятуванні людей.



Рис.1.1. а) БОП I-го рівня б) БОП II-го рівня в) БОП III-го рівня

Матеріалом верху для БОП I-го рівня захисту служать термостійкі тканини зі спеціальними просоченнями або покриттями.

Створення нових технологій дозволило розробити матеріали і тканини з синтетичних волокон різної хімічної природи. До них відносяться

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		8

поліамідні (поліарамідні), металпараарамідні, поліефірні, поліакрилонітрильні.

Термостійкість і вогнестійкість тканин з синтетичних волокон визначаються особливостями їх молекулярної структури. За кордоном випускаються такі синтетичні волокна як фенілон, терлон, арамід, номекс, кевлар, конекс і ін. Такі волокна мають високі вогнезахисні показники, підвищену стійкість до агресивних середовищ. Їх використовують в оптимальній суміші з натуральними і штучними волокнами. Це дозволяє поліпшити гігієнічні та фізико-механічні властивості, а також знизити вартість тканини за рахунок зменшення вмісту коштовних синтетичних волокон.

БОП II-го рівня (рис.1.1, б) захищає від дії підвищених температур і теплових потоків. Матеріалом верху служить брезент зі спеціальними просоченнями або інші матеріали, які не поступаються брезенту за своїми характеристиками.

БОП III-го рівня (рис.1.1, в) захищає від теплових впливів невисокої інтенсивності. Матеріалом верху служить штучна шкіра.

Вимоги теплового захисту до різних засобів індивідуального захисту уніфіковані. Встановлені нормами пожежної безпеки (НПБ) значення теплофізичних показників забезпечують безпечні умови роботи в умовах прогнозованих ситуацій і знижують ступінь теплового ураження в екстремальних ситуаціях [4].

Теплофізичні показники матеріалів і тканин БОП представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Теплофізичні показники матеріалів і тканин БОП

№ п/п	Найменування показника	Значення показника		
		I рівня захисту	II рівня захисту	III рівня захисту
1	Стійкість до впливу теплового потоку: 5,0 кВт / м ² , с, не менш 40,0 кВт / м ² , с, не менш	240 5	240 -	240 -
2	Стійкість до впливу відкритого полум'я, с, не менш	15	5	5
3	Теплопровідність при температурі 50 ... 150 °С, Вт / м °С, не більше	0,06	0,06	0,06
4	Стійкість до впливу температури навколишнього середовища: до 300 °С, с, не менше до 200 °С, с, не менше	300 -	- 240	- 240
5	Стійкість до контакту з нагрітими до 400 °С твердими поверхнями, с.	7	3	-
6	Кисневий індекс,% (об.), Не менше	28	26	26
7	Поверхнева щільність, г/м ² , не більше	400	600	600
8	Розривне навантаження: по основі, Н, не менше по качку, Н, не менше	1000 800	700 600	600 600
9	Опір роздиранню: по основі, Н, не менше по качку, Н, не менше	80 60	60 60	30 30
10	Морозостійкість, °С, не вище	-	-	- 40
11	Водонепроникність, мм вод. ст., не менше	1000	1000	Водонепро- никний

1.1.2. Текстильні матеріали для захисних костюмів та їх основні властивості

Тканина Indura фірми Westex складається на 100% з бавовни. Завдяки спеціальній технології в середину кожного бавовняного волокна на молекулярному рівні інтегрується вогнестійкий полімер. Це дозволяє домогтися такої ж стійкості до вогню, як у синтетичних матеріалів, при збереженні високих гігієнічних властивостей. Для виготовлення цієї тканини використовується високоміцна пряжа кільцевого прядіння [7].

Тканина InduraUltraSoft, що представляє собою матеріал, що складається на 88% з бавовни і на 12% з нейлону. Вона відрізняється ще більш високим терміном служби, додатковим захистом від вогню і електричної дуги за рахунок 12% нейлону. До її складу входить високоміцна нейлонова нитка, для якої характерна виключно висока стійкість до стирання. Для виготовлення Indura і InduraUltraSoft використовуються світлостійкі барвники, що міцно зв'язуються з волокном.

Робочий одяг з тканин Indura і InduraUltraSoft забезпечує захист від виділеної електричною дугою енергії понад 100 ккал/см², що повністю відповідає встановленим вимогам до захисту від цієї небезпеки.

Вогнестійкі властивості тканин зберігаються після 200 промислових прань при температурі 85 °С. Гладке сатинове переплетіння матеріалів не дозволяє краплям розпеченого металу марнувати їх, тому що вони скочуються з них.

Вогнестійкі текстильні матеріали також випускає компанія TenCateProtect (Нідерланди) [7]. Вона пропонує виробникам спеціального та захисного одягу, тканини, до складу яких входить більше 50% вогнестійких хімічних волокон і близько 45% бавовни. Ці тканини серії Tecasafe володіють універсальними властивостями. Поряд з вогнестійкістю вони успішно протистоять дії кислот, нафти, масел, води і накопичення електрики і використовуються в одязі нафтовиків, газовиків і енергетиків. Деякі

матеріали з цієї серії володіють індивідуальними властивостями: TecasafeHydro-control з плівковим покриттям для додаткової нафто-, масло-, водостійкості, TecasafeStatic-control містить спеціальне волокно, що підвищує антистатичність.

Волокно «Номекс®», розроблене компанією DuPont із застосуванням найсучасніших технологій, є одним з кращих вогнестійких і теплозахисних матеріалів. Області його застосування дуже різноманітні: в аерокосмічній промисловості, при виробництві двигунів, костюмів для пілотів «Формули-1», засобів індивідуального захисту працівників промислових підприємств, спецодягу для пожежників, нафтовиків і газовиків. Захисні властивості «Номекс®» є невід'ємною частиною самого волокна, вони «вмонтовані» в його молекулярну структуру, а не є результатом хімічної обробки або внесення добавок. Дана особливість дозволяє зберегти вогнестійкі і термостійкі властивості одягу з цього унікального матеріалу протягом усього терміну експлуатації. Серед його особливих властивостей потрібно виділити високий рівень теплоізоляції навіть при екстремальних температурах [7].

Принципово новим підходом до створення тканин з вогнезахисними властивостями є використання хімічних вогнестійких арамідних волокон і ниток в поєднанні з вогнезахисною обробкою [7].

Найбільш відомими зарубіжними представниками арамідних волокон:

- пара-арамідне волокно Тварон (Twaron) виробництва фірми Акзо Нобель Арамід Продактс різних модифікацій та широкого спектру застосування;

- арамідні волокна Номекс і Кевлар широкого асортименту фірми Дюпон (DuPont) США.

1.1.3. Вимоги до вогнестійких текстильних матеріалів

Ефективність вогнезахисту для обробки тканин підтверджується спеціальними випробуваннями [5]. Ефективні засоби вогнезахисту для тканини повинні успішно виконувати такі завдання:

- перешкоджати горінню і тління захисного матеріалу;
- запобігання поширенню полум'я по виробу;
- зниження димоутворення;
- зменшення токсичності продуктів горіння;
- зниження обсягу тепла, що виділяється;
- довгочасність дії;
- не бути отруйними для людей і тварин;
- не створювати труднощів при механічній обробці матеріалу.

Якщо термін дії вогнезахисної обробки закінчився, тканина повинна бути оброблена повторно для відновлення вогнестійких властивостей.

1.1.4 . Шляхи підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів

Текстильні матеріали відрізняються за складом (з натуральних, штучних, синтетичних та суміші волокон), способом виготовлення, структурою й будовою волокон і ниток, а також щільністю і товщиною полотен, що впливає на вибір способу і засоби вогнезахисту [6].

Відомо кілька способів отримання волокон і текстильних матеріалів зі зниженою горючістю:

- Використання високо термостійких волокноутворюючих органічних полімерів;
- Використання неорганічних волокон;
- Модифікація волокноутворюючого полімеру на стадії його синтезу;

- Модифікація волокна на стадії його формування шляхом використання стабілізаторів і сповільнювачів горіння реакційного і адитивного типу;
- Поверхнева або об'ємна обробка волокон, тканин або готових виробів.

Найбільш поширеним способом вогнезахисту є поверхнева обробка або просочення із застосуванням сповільнювачів горіння реакційного або адитивного типу.

Відомо кілька видів обробки волокон, текстильних матеріалів або виробів засобами вогнезахисту:

- поверхнева або об'ємна обробка з утворенням на їх поверхні важкорозчинних сполук;
- хімічна модифікація волокон вогнезахисними засобами з утворенням ковалентних зв'язків між сповільнювачем горіння і макромолекулою волокноутворюючого полімеру.

Засоби вогнезахисту для поверхневої або об'ємної обробки текстильних матеріалів діляться на дві групи. До першої групи належать вогнезахисні склади, що представляють собою різні комбінації бури і борної кислоти, діамонійгідрофосфат і інші неорганічні сполуки. Цей клас сполук знаходить застосування для обробки текстильних матеріалів (переважно целюлозних), які не потребують прання.

До другої групи належать вогнезахисні склади, що утворюють на поверхні текстильного матеріалу нерозчинні сполуки, що забезпечують стійкість вогнезахисного ефекту до багаторазового прання. До найбільш часто вживаних в даному випадку сполук відносяться фосфор, фосфоразот- і фосфоргалоген вміщуючі сполуки.

1.2. Основні склади вогнезахисних покриттів по тканинах

Антипірени - речовини, що оберігають деревину та інші матеріали органічного походження від займання і самостійного горіння. Антипірени містять сповільнювачі горіння (фосфати амонію, бура, хлористий амоній), синергісти (речовини, що підсилюють дію основного сповільнювача) і стабілізатори, що обмежують витрату сповільнювача [11].

Зменшення пожежної небезпеки тканин проводиться за допомогою поверхневої або об'ємної обробки тканини антипіренами - вогнезахисними засобами на основі інгібіторів [14]. Різні види інгібіторів при нагріванні гальмують хімічні реакції, дозволяючи знизити або повністю обмежити можливість загоряння тканини. Інгібітори бувають як гомогенними (на основі йоду, фтору), так і гетерогенними (солі лужних металів) [13].

Вогнетривке плетіння тканини. Це поглиблений вогнезахист тканин, заснований на введенні сповільнювачів горіння до складу волокон на стадії виробництва. Матеріали, з яких виготовляється спеціальний одяг для зварювальних робіт або співробітників МНС, зберігають постійні вогнезахисні властивості завдяки складу нитки, використанню особливого натягу і рисунка тканини. Подібне протипожежне полотно з вогнезахисної тканини також можна використовувати в якості чохла.

Силіконі або поліорганосилоксані - це високомолекулярні кремнійорганічні сполуки, хімічну узагальнену формулу яких можна записати у вигляді $[R_2SiO]_n$, де R – це метильна, етильна чи фенольна органічна групи. Силіконовий еластомер застосовують у вигляді: низькомолекулярних и високомолекулярних каучуків; герметиків холодного затвердіння; гум гарячого затвердіння (високомолекулярні); компаундів холодного затвердіння (низькомолекулярні); рідких гум гарячого затвердіння (LSR) [12].

У патенті [5] надання негорючості поліамідним тканинам, що володіють високою стійкістю до стирання, пропонується здійснювати за

рахунок нанесення на їх поверхню тонкого плівкового покриття на основі каучуку СКТН, що додає матеріалу не тільки вогнезахисні, але водотривкі властивості. Крім того, в композицію можуть бути введені різні цільові добавки і пігменти. Недоліком цієї композиції є її невисока стабільність, так як вона вулканізується при кімнатній температурі. Стабільність латексного розчину, в залежності від температури в приміщенні, становить 20 - 40 хв. Крім того, покриття матеріалу, що отримується з використанням цієї композиції, має низьку стійкість до стирання. Близьке технічне рішення описано в роботі [6], де композиція для надання вогнетривкості текстильним матеріалам включає низькомолекулярний силосановий каучук СКТН, затверджувач етилсилікат-40 або тетраетоксисилан і ефір ортотитанової кислоти. Близьке по суті рішення приведено в роботі [7], поверхня матеріалу з тканинної основи (капронових, поліефірних і бавовняних волокон) оброблялася низькомолекулярним силосановим каучуком, однак істотного зниження вогнестійкості текстильного матеріалу не спостерігалося.

Найбільш високими вогнетривкими властивостями володіють матеріали на основі неорганічних волокон. У патенті [7] пропонується гнучкий листовий матеріал, який застосовується в аерокосмічній техніці, що містить керамічні волокна з алюмоборосиліката і силіконову гуму на основі поліметилвінілсилікона.

1.3. Основні види антипіренових просочень

Незважаючи на збільшення кількості нових складів антипіренових просочень, в світовій практиці, як і раніше, домінує використання давно відомих засобів зображених на рис.1.1.

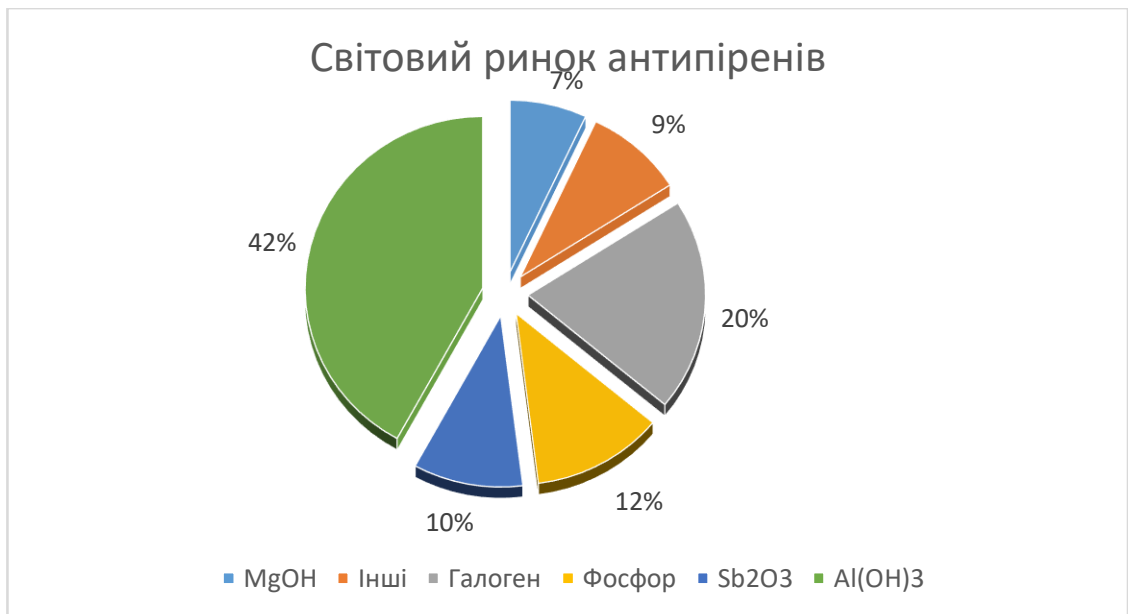


Рис. 1.1. Світовий ринок антипіренів

Приблизно половину обсягу від загального виробництва антипіренів становлять неорганічні сполуки:

- гідроксиди магнію, алюмінію;
- поліфосфат і сульфат амонію;
- бура;
- борна кислота;
- червоний фосфор і інші речовини.

Такий широкий спектр вогнезахисних препаратів обумовлений особливостями їх дії - жоден з них не позбавлений недоліків. Тому застосування того чи іншого складу залежить від його додаткових характеристик.

Кращими антипіренами вважаються склади на основі амонію фосфату або фосфорнокислого натрію в суміші з сульфатом амонію, які при нагріванні виділяють оксиди фосфору, і покривають тканину захисною плівкою.

Також популярний тригідрат оксиду алюмінію. Крім цього, використовуються бромвмістні, які містять антипірени на основі оксиду сурми.

Серед популярних на ринку можна виділити антипірени для тканин «Нортекс», «Антал-ТМ», «МС (тканини)», «Асфор-ТМ» і «Негорін» і інші.

Вогнезахисні просочення «Нортекс» позиціонуються як біопірен для різних видів тканин: вовняних (Нортекс-Ш), синтетичних (Нортекс-С), бавовняних (Нортекс-Х) і килимових покриттів (Нортекс-КП). «Негорін-Тканина» і «Негорін-Тканина-С» призначені відповідно для натуральних і синтетичних тканин. Амонійні розчини «МС (тканини)» і «вогнеза» не мають спеціалізації за видами тканин, однак коштують у півтора рази дешевше.

1.4. Висновки та вибір напрямку досліджень

Створення вогнезахисних просочувальних композицій для захисних костюмів пожежних є актуальним напрямком досліджень. Такі покриття повинні мати високу адгезію до зовнішнього шару захисного костюма, еластичністю, вогнестійкістю і високими фізико-механічними властивостями. Перспективними є композиції на основі тетраетоксисилану та метилтриетоксисилану, які значно підвищують вогнестійкість бавовняних тканин. Але основним недоліком таких композицій є висока вартість, яку можна знизити, використовуючи більш дешеві технічні кремнійорганічні речовини – етилсилікати. Тому завданням даної роботи є дослідження впливу типу кремнійорганічного компонента на вогнестійкість бінарних вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах.

Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ Й МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика сировини та приготування експериментальних просочувальних композицій

Для досліджень використовували хімічні матеріали і реактиви:

Тетраетоксисилан $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$	ГОСТ 19433-88
Етилсилікат-40 (Е40)	ГОСТ 26371 - 84
Етилсилікат-32 (Е70)	ТУ 6-02-3687-75
Етилсилікат-32 (Е50)	ТУ 6-02-3895-86
Соляна кислота HCl	ГОСТ 14261-77
Водний розчин аміаку NH_4OH	ГОСТ 3760-79
Дистильована вода	ГОСТ 6709-72
Спирт етиловий $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	ГОСТ 5962-67
Діамонійгідрофосфат (ДАГФ) - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	ГОСТ 10651-75

Експериментальні золі отримували гідролізом етилсилікату (ЕТС) у присутності органічного розчинника в кислій області рН (рис.2.1.).

Гідроліз - процес екзотермічний, тому суміш нагрівалась до 40-44 °С. Після проходження гідролізу суміш охолоджувалась. При 30°С здійснювали ініціацію коагуляції, додаючи 10%-вий розчин NH_4OH до рН 6-7.

Як органічний розчинник використовували етанол 96%-вої концентрації.

Експериментальні покриття по тканинах готували методом просочення золем етилсилікату-32 та етилсилікату-40. Після просочення і видалення зайвого золю експериментальні зразки сушили при нагріванні в сушильній шафі при (60 – 80) °С.



Рис.2.1. Схема одержання експериментальних покриттів по тканинах

2.2. Методи досліджень

2.2.1. Гідроліз кремнійорганічних золів проводили на магнітній мішалці ММ-5 (ТУ 25-11.834-80).

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

2.2.3. рН розчинів визначали за допомогою йономіру універсального ЭВ-74.

2.2.4. Мікроструктуру покриттів по тканинах досліджували за допомогою оптичного мікроскопа DigitalMicroscopeS10 1000x.

2.2.5. Випробування на вогнестійкість проводили на лабораторній установці (рис.2.2), витримуючи зразки у верхній частині полум'я газового пальника та визначаючи час загоряння тканини (тз). Глибину та розміри пошкодження просочених зразків тканини визначали при значенні часу загоряння не просоченої тканини та при значенні тз загоряння просочених зразків.

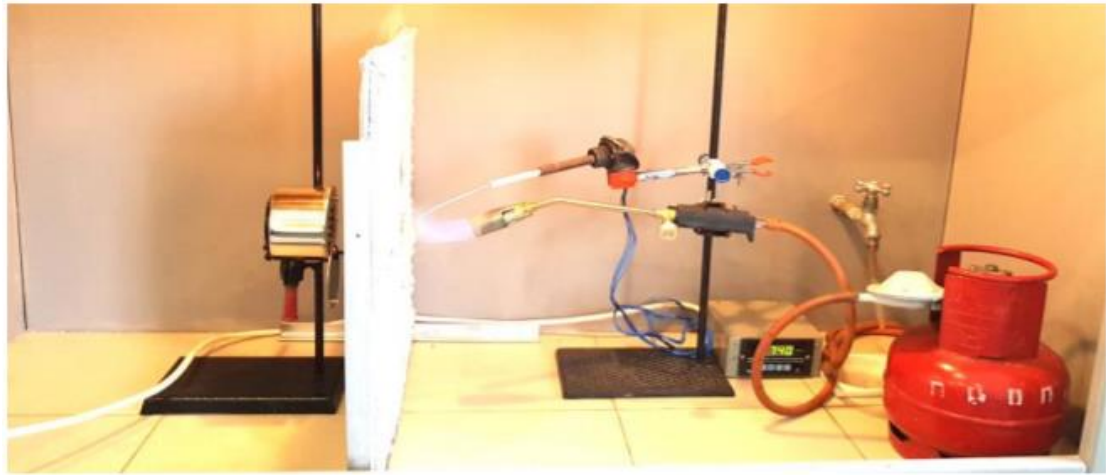


Рис.2.2. Лабораторна установка для випробувань просочених тканин на вогнестійкість

В ході випробувань тканина з виворітного боку змінювала своє забарвлення. Загальну площу ушкодження визначали просочених зразків у відсотковому відношенні від загальної площі зразка, яка перебувала в зоні дії вогню.

2.2.6. Для визначення температури нагрівання експериментальних зразків тканин використовували лазерний пірометр Non-contact High Temperature Infrared thermometer НТ-6889.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СКЛАДУ ВОГНЕСТІЙКИХ ЕЛАСТИЧНИХ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ПОКРИТТІВ ПО БОЙОВОМУ ОДЯГУ ПОЖЕЖНИХ

Для досліджень використовували: ЕТС-32, що містить ~ 70% тетраетоксисилану - (Е70), ЕТС-32, що містить ~ 50% тетраетоксисилану - (Е50), ЕТС-40, що містить ~ 13% тетраетоксисилану (Е40) [14].

Технічний етилсилікат, одержуваний по реакції між тетрахлоридом кремнію і етиловим спиртом, містить крім мономера $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ олігомерні похідні ефірів ортокремнієвої кислоти: ди-, три- і тетрамери [13]. У таблиці наведено склади етилсилікату-40 (Е40) і 32 (Е50), визначені за допомогою газової хроматографії [12].

Решта в етилсилікаті представлена конденсованою частиною у вигляді поліетоксисилоксанів, що містять лінійні, циклолінійні і розгалужені фрагменти [12]. Всі компоненти технічного етилсилікату внаслідок стеричних особливостей мають різну схильність до гідролізу і конденсації.

Таблиця 3.1

Склад вітчизняних технічних етилсилікатів

Марка етилсилікату	Вміст компонентів, %				
	етанол	мономер	димер	тример	тетрамер
Е40	0,78	12,92	15,54	8,03	3,26
Е50	2,6	50,36	20,6	7,23	3,00

У етилсилікату-32 з вмістом мономера близько 70% (Е70) основними компонентами конденсованої частини є димер. Три- та тетрамери присутні в незначній кількості. Поліетоксисилоксани відсутні, тому він може зберігатися тривалий час, практично не змінюючи своїх властивостей.

Етилсилікат Е50 з плином часу, особливо за умови доступу вологого повітря повільно гідролізується, утворюючи осад.

У етилсилікату-40 близько 90% становить конденсована частина, з якої приблизно половина представлена поліетоксисилоксанами циклопросторової будови. Ця марка етилсилікату також може зберігатися тривалий час без помітної зміни властивостей.

Гідроліз етилсилікату E50 проходить практично одночасно з ініціюється присутністю кислотного каталізатора реакцією поліконденсації як олігомерів малої молекулярної маси, так і поліетоксисилоксанів. Активний перебіг реакції поліконденсації призводить до утворення клатратів води.

У разі використання етилсилікату E50 внаслідок малого в ньому вмісту тетраетоксисилану необхідно запобігти ініціацію поліконденсації присутніх в ньому частково конденсованих олігомерів дією сильної кислоти. Це можливо при різкому підвищенні рН середовища після проведення часткового гідролізу етилсилікату: розігріту в процесі гідролізу до максимуму (~ 40 - 44 °С) суміш E50, води і соляної кислоти осаджують водним розчином аміаку до отримання рН ≥ 10 . При цьому гідроліз триває в лужній області рН, а поліконденсація протікає повільно, завдяки чому в гелі присутня мінімальна кількість клатратів води, тобто гель можна одержати більш однорідним.

3.1 Дослідження впливу реологічних характеристик золів етилсилікату

Для досліджень використовували золі етилсилікату складу: 88% етилсилікату, 12% води, 0,8% HCl і етанолу - 44% понад 100%. Отримані золі мали рН 3-4. Для ініціації коагуляції додавали водний аміак краплями до досягнення рН 6-7 при постійному перемішуванні. Готовий золь витримували протягом 2 хв для видалення бульбашок повітря і визначали його текучість. Текучість визначали за часом витікання 10 мл золю з градуйованої трубки з отвором діаметром 3 мм. Результати вимірювань наведені на рис.3.1 - 3.3.

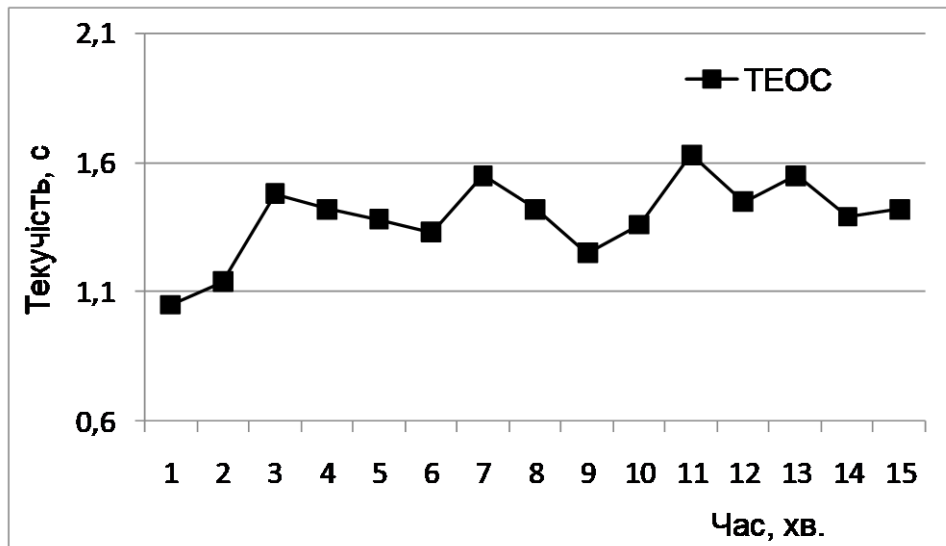


Рис.3.1. Змінення текучості золю тетраетоксисилану в часі

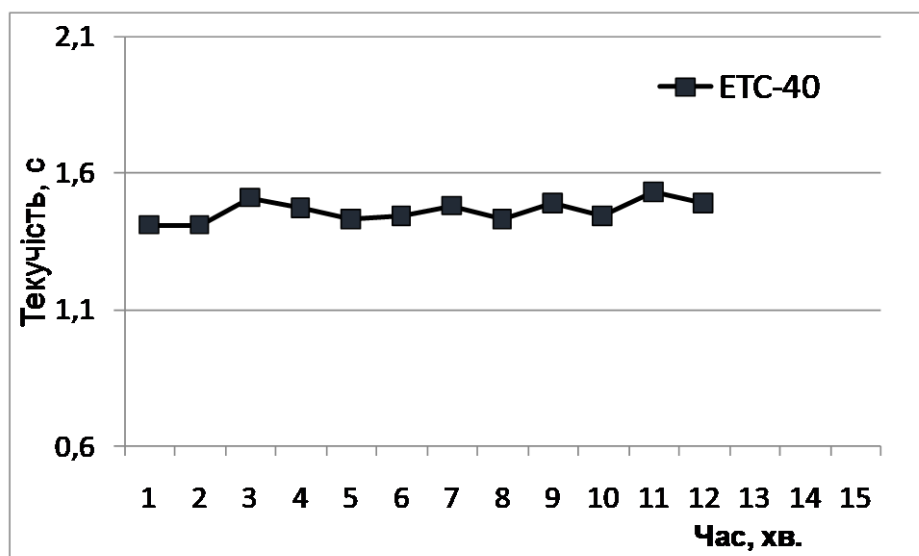


Рис.3.2. Змінення текучості золю етилсилікату-40 в часі

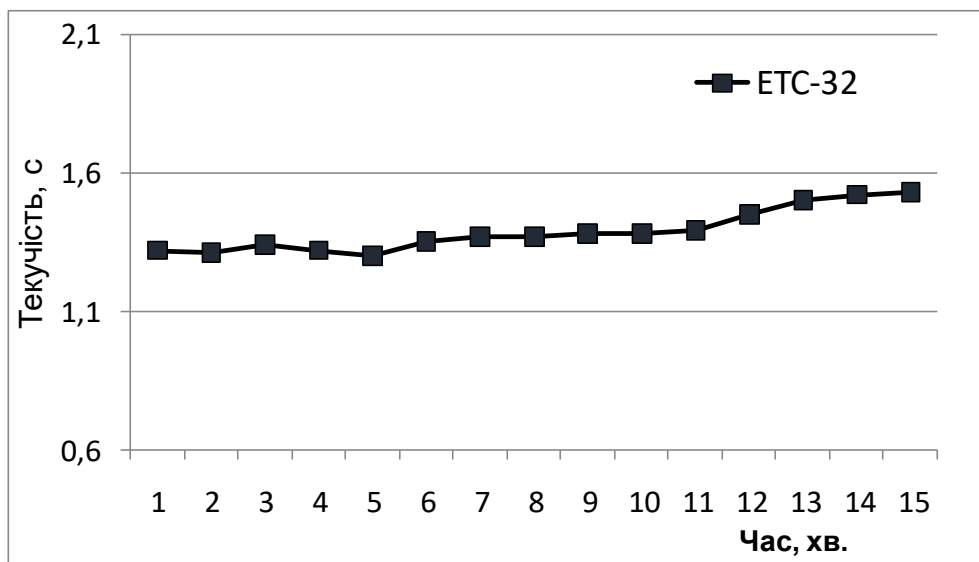


Рис.3.3. Змінення текучості золю етилсилікату-32 в часі

Як видно з рисунків, золі тетраетоксисилану були схильні до коагуляції і утворення агломератів частинок. Форма кривої демонструє різке зниження текучості золю в результаті утворення зв'язків між первинними глобулами гелю при знаходженні золю в спокої і підвищення текучості золю в результаті розриву цих зв'язків при механічному впливі (в момент наповнення трубки і виливання з неї).

Технічні етилсилікати більш стабільні в частині утворення гелевих агломератів, тому їх плинність у перші 15 хвилин життя практично не змінюється. Різке підвищення в'язкості золю на основі ЕТС-32 спостерігається після 25 хв. Текучість золю ЕТС-40 також практично не змінюється, проте трохи нижче, ніж у золю етилсилікату-32, що пояснюється великою кількістю конденсованої частини. Тому що і ЕТС-32, і ЕТС-40 містять крім мономера конденсовану частину, яка некеровано прагне до гелеутворення, в їх складі присутні модифікатори, що запобігають цей процес, так звані «обривачі ланцюга». Тому в перші півгодини життя золі етилсилікату не змінюють своєї плинності. При дозріванні в умовах рН 3-4 такі золі не втрачають своєї плинності протягом 1-2 діб. Однак

поліконденсація протікає з утворенням сітчастих полімерів, і, як наслідок, жорстких покриттів, що не можна застосувати на еластичних текстильних матеріалах.

Переведення золю в нестійку область (при рН 6-7) сприяє початку коагуляції і втрати плинності, тому кількість і концентрація коагулятора дуже важливі. В нашій роботі ми використовуємо результати попередніх робіт, проведених на кафедрі СХХТ: розчин водного аміаку повинен не перевищувати концентрацію 10%, а рН суміші повинен перебувати в інтервалі 6-7.

3.2. Дослідження впливу типу етилсилікату на вогнестійкість просочених зразків тканини

Просочені зразки тканини випробували на вогнестійкість на лабораторній установці. Результати випробувань наведені в табл.3.2. Для порівняння використовували тканини з 100%-вої бавовни, а також бавовняні тканини, що містять 1% еластану і 20% поліестеру.

Таблиця 3.2.
Результати випробувань просочених зразків тканини

№ зр.	Марка ЕТС	Конц ДАГФ	Спосіб нанесення	Ступінь розбавлення	Т _к	Вогнестійкість, с	Час ост. горіння, с	Час тління, с	Площа пошкодження, %	
									глибокого	загальної
1	-	-	-	-	367	7,1	34	56	81,7	94,8
2	ЕТС-32	20	Розпилення	-	288	9,6			18,8	50
3		20	Просочення	-	227	8,9			32,2	42,4
4		15	Розпилення	-	337	8,3	11	-	37	54
5		15	Просочення	-	313	9,5			31,1	40,8
6	ЕТС-40	20	Розпилення	-	321	8,6			40,1	53,7
7		20	Просочення	-	237	9,5			40,8	50,9
8		15	Просочення	-	309	9,5			39,6	47,9
9				Розпилення	-	311	7,8			32,3
10		20	Просочення	-	269	9,1			37	42,5

11			Розпилення	-	300	9,5			40	48,2
12		20	Розпилення	1:1	290	9,4			38,4	44,7
13	Просочення		267		8,9			38,7	43,8	
14	-	-	319		6,5	19	46	82	100	
15		20	Розпилення	1:2	245	8,9	8	120	35,6	43,5
16			Просочення		248	8,2			33,4	39,7
17		-	-		349	6,6	19	70	76,2	85
18	ЕТС-40			-	273	6,7			24,5	27,3
19	-				214	4,7			24,7	30,3

У попередніх дослідженнях було встановлено, що найбільш ефективно наносити розчин антипірену на попередньо висушене гелеве покриття. Тому використовували два методи нанесення антипірена: просоченням і розпиленням. На рис.3.4 наведені результати дослідження концентрації антипірену і методу його нанесення на вогнестійкість покриттів.

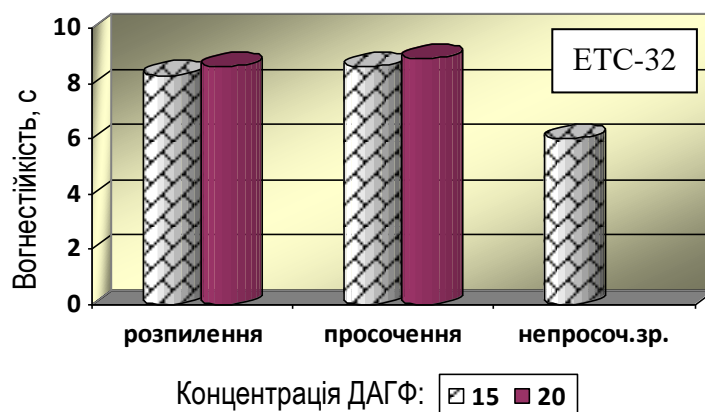


Рис.3.4. Вплив концентрації антипірену на вогнестійкість просочених зразків бавовни

Як видно з рисунків, при використанні 20%-вого розчину ДАГФ вогнестійкість трохи вище, ніж при використанні 15%-вого ДАГФ. Така тенденція простежується при використанні різних марок етилсилікату. Покриття на основі ЕТС-40 характеризуються дещо більшою вогнестійкістю, ніж композиції на основі ЕТС-32.

Не дивлячись на достатній термін життя золів, їх в'язкість значно вище, ніж у золю на основі тетраетоксисилану. У попередніх дослідженнях проводилися експерименти по встановленню впливу ступеня розведення золю ТЕОС на вогнестійкість покриттів на його основі. Було встановлено, що розбавлення золю водою в співвідношенні 1:1 і спиртом у співвідношенні 2:1 найбільш благотворно позначається на підвищенні вогнестійкості покриттів.

На рис.3.5 наведені результати випробувань на вогнестійкість просочених тканин розведеними водою золями етилсилікату-40. При розведенні золю водою його плинність збільшується, щільність знижується, тому він легше просочує нитки тканини. Завдяки цьому однорідність покриття збільшується, що видно на мікрофотографіях структури покриттів просочених зразків тканини (рис.3.6). Це пояснюється тим, що в менш щільних (розбавлених) золях при змочуванні сухої тканини менше розчинника видаляється з золю, тому лавиноподібної коагуляції не спостерігається, а покриття повільно твердне в процесі сушіння.

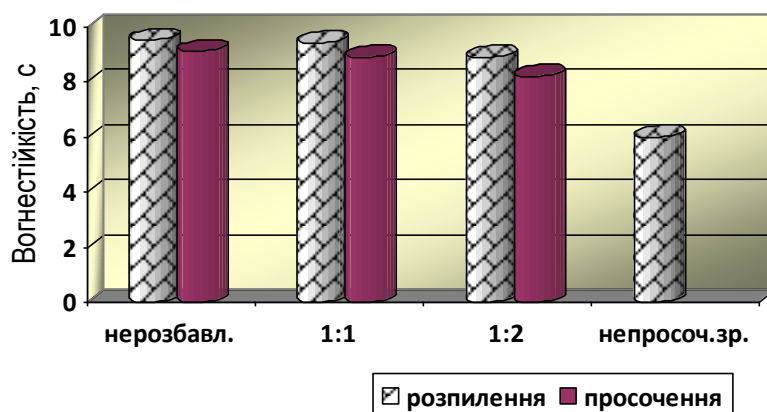


Рис.3.5. Вплив ступеню розбавлення золю ЕТС-40 на вогнестійкість зразків просоченої бавовни

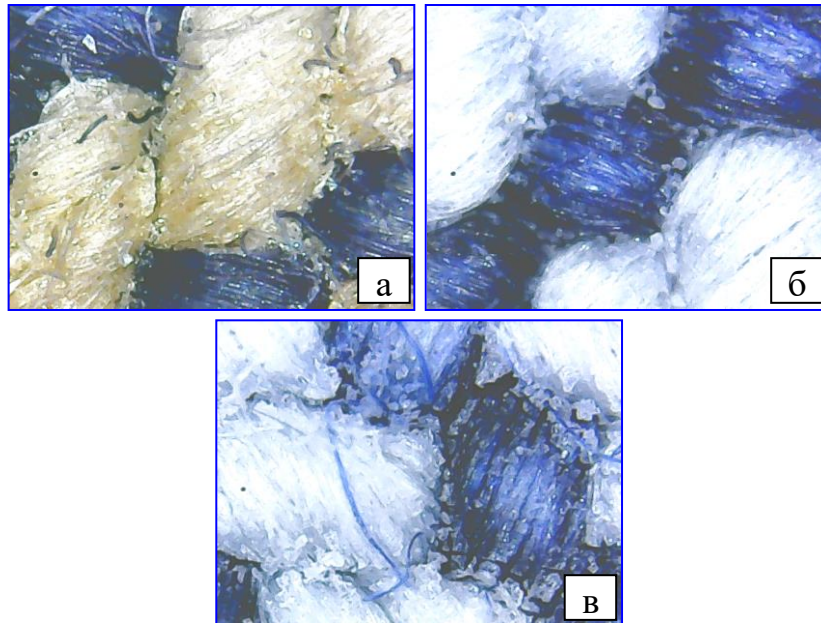


Рис.3.6. Мікроструктура просочених зразків тканини:

а – нерозбавленим золам, б – розбавленим водою у співвідношенні 1:1,
в – розбавленим водою у співвідношенні 1:2

Так як вогнестійкість просочених зразків тканини не знижується при розведенні золю водою в співвідношенні 1:1, можна в подальшому використовувати саме цю ступінь розведення.

Для порівняння золь на основі ЕТС-40 наносили на тканини з різним складом: чисті бавовняні, з додаванням 1% еластану і з добавкою 20% поліестеру (рис.3.7).

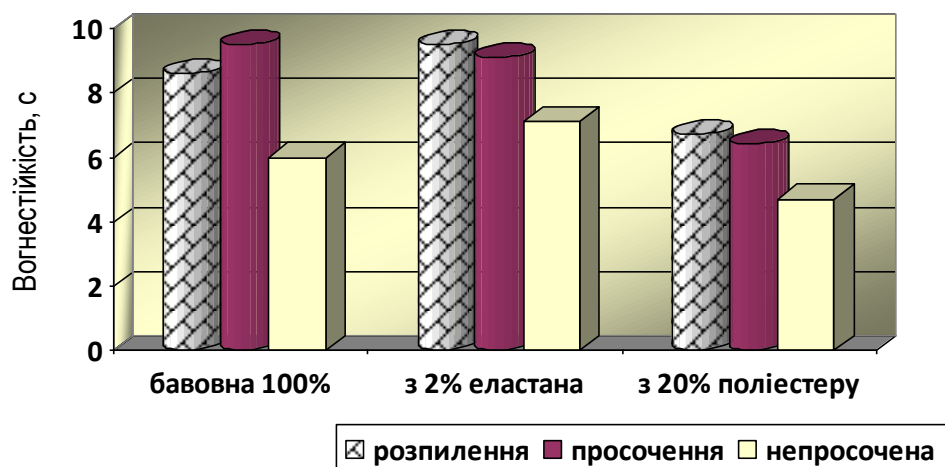


Рис.3.7. Вплив типу тканини на вогнестійкість просочених зразків

Як видно з рисунку, в тканинах з додаванням синтетичної нитки краще наносити другий шар покриття (розчин антипірену) методом розпилення, а бавовняні мають вогнестійкість вище, якщо антипірени наносити просоченням.

3.3. Дослідження впливу типу етилсилікату на температуру зворотного боку тканини під час випробувань на вогнестійкість

У попередніх дослідженнях було встановлено вплив концентрації розчину антипірену на температуру зворотного боку тканини в момент випробувань на вогнестійкість. Було встановлено, що при підвищенні концентрації антипірену температура істотно знижується. Така ж тенденція простежується і в разі використання золів на основі етилсилікату: при використанні 20% -вого розчину антипірену температура зворотної сторони помітно нижче (рис.3.8).

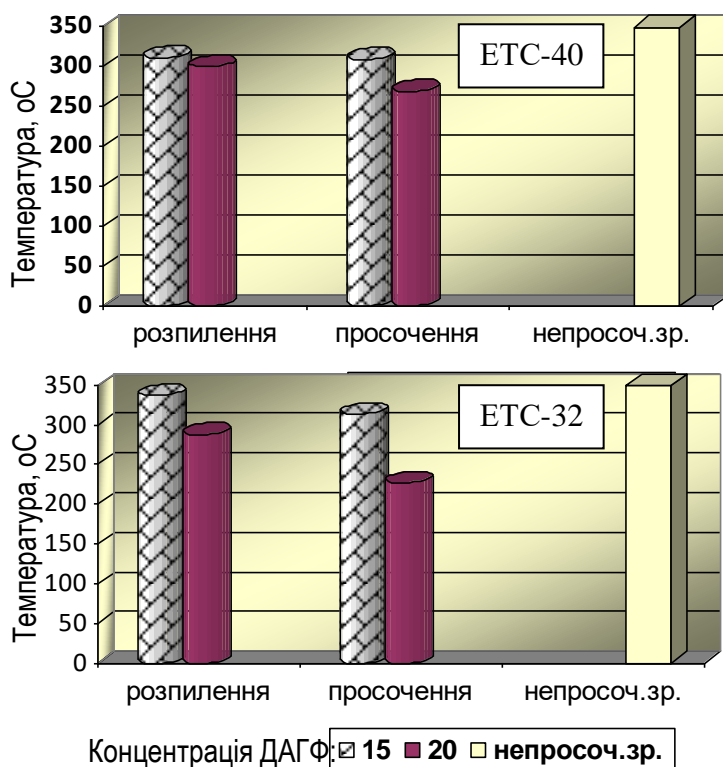


Рис.3.8. Вплив концентрації антипірену та методу його нанесення на температуру зворотного боку тканини під час випробувань на вогнестійкість

Розведення золю водою також призводить до зниження температури виворітного боку тканини.

Температура виворітного боку в більшій мірі залежить від типу тканини і від методу нанесення розчину антипірену (рис.3.9).

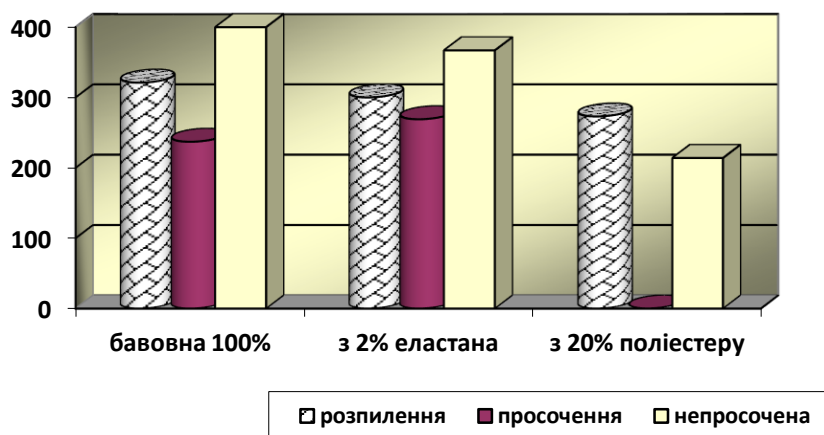


Рис.3.9. Залежність температури зворотного боку зразків від типу тканини

Як видно з рисунку, при нанесенні розчину антипірену просоченням температура помітно нижче.

3.4. Дослідження впливу типу етилсилікату на площу ушкодження просочених тканин в момент випробувань на вогнестійкість

При просочуванні чистих бавовняних тканин золями на основі різних етилсилікатів визначальну роль відіграє не тільки марка етилсилікату, але і метод нанесення розчину антипірену (рис.3.10). Найбільш перспективним є використання золю ЕТС-32 при нанесенні ДАГФ методом розпилення, тому що це призводить до мінімального пошкодження тканини - площа глибокого пошкодження становила менше 20% від загальної площі тканини, яка перебувала в зоні дії вогню при випробуваннях на вогнестійкість. На рисунку добре видно, що площа пошкодження тканини знижується в 2 рази при використанні бінарного покриття.

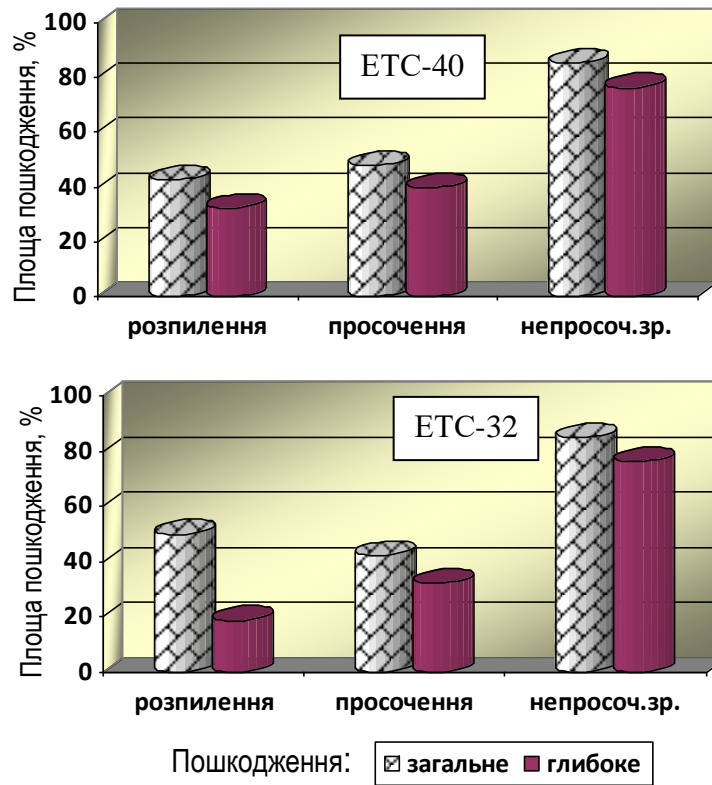


Рис.3.10. Вплив методу нанесення антипірену на площу пошкодження просоченої тканини

Така ж тенденція спостерігається і при розведенні золю ETC-40 водою: площа пошкодження тканини знижується в 2,5 рази незалежно від ступеня розведення (рис.3.11).

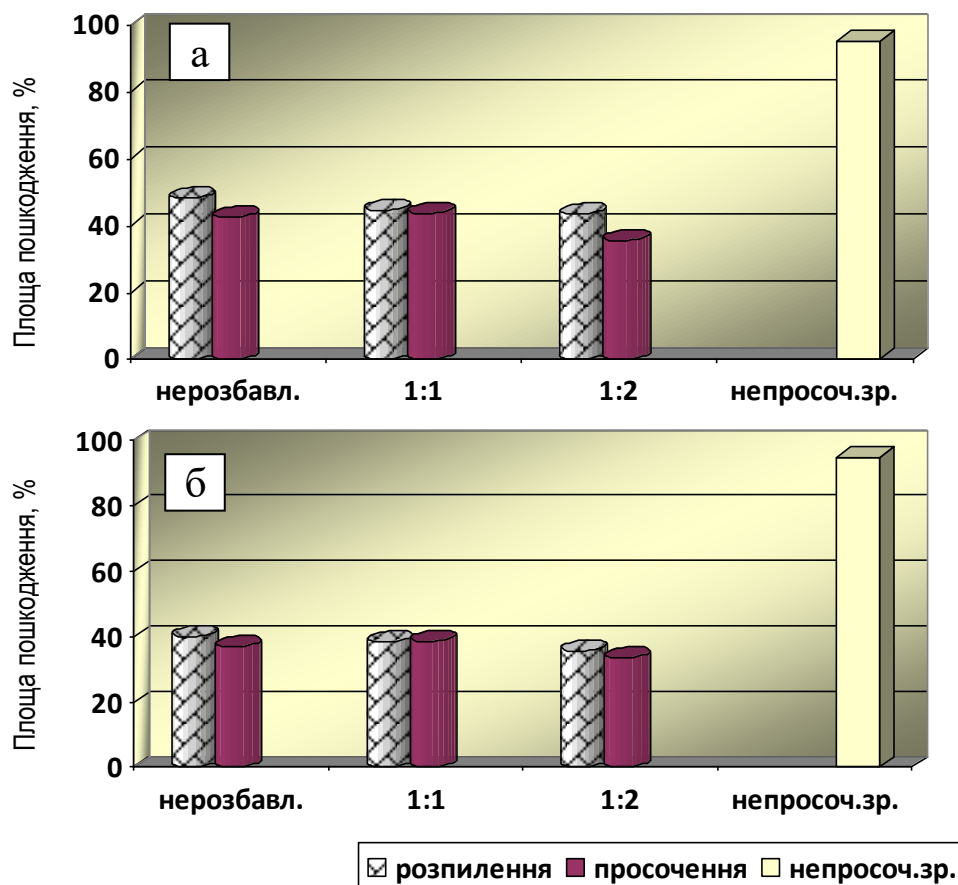


Рис.3.9. Вплив ступеню розбавлення на площу пошкодження просочених зразків: а – загальну, б – глибокого пошкодження

3.5. Висновки

В результаті проведених досліджень вивчено вплив типу етилсилікату на вогнестійкість і площа ушкодження тканини. Показано, що доцільніше використовувати в якості кремнійорганічного компонента покриття етилсилікат-40, на основі якого можна отримувати досить стійкі золі з практично не змінюється плинністю. Вогнестійкість просочених зростає при цьому в 1,5 рази, а площа ушкодження знижується в 2,5 рази.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні поняття та визначення, що регламентують виконання вимог охорони праці

Державна політика України в галузі охорони праці спрямована на створення безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Сутність охорони праці полягає у визначенні можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть проявитися при проведенні запланованих для виконання робіт; прогнозуванні моментів прояву зазначених факторів; проведенні 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 [15].

Завданням охорони праці є зведення до мінімуму вірогідності травмувань та виникнення професійних захворювань [16].

4.2. Визначення небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні дослідів

Загрозою для безпеки праці при проведенні дослідів є небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Під безпекою праці розуміють стан умов праці, за яких є виключеним вплив небезпечних та шкідливих факторів або вплив шкідливих чинників не перевищує гранично допустимих значень.

Небезпечний виробничий фактор – це такий фактор, вплив якого на працюючого за певних умов призводить до травм чи іншого раптового погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор – це фактор, дія якого на людину за відповідних умов викликає захворювання, або зниження працездатності. У залежності від рівня і тривалості впливу такий фактор може стати небезпечним [17].

Щоб запобігти негативному впливу виявлених небезпечних та шкідливих виробничих факторів на здоров'я, попередити виникнення виробничого травматизму при виконанні реакції гідролізу та нанесенні золю на тканину передбачаємо проведення наступних заходів загального характеру: працювати під витяжною шафою; раціональна організація робочого місця; регулярний контроль проходження хімічної реакції; обережне поводження з газовим пальником; ефективне використання засобів індивідуального захисту, своєчасний контроль їх стану, дотримання потрібної (встановленої нормами) періодичності їхньої заміни; проведення систематичного контролю стану обладнання та допоміжних пристроїв та інших.

4.3. Токсикологічна характеристика використовуваних речовин і матеріалів

Токсичність - ступінь прояву шкідливої дії різноманітних хімічних сполук і їх сумішей. Один з важливих факторів, що визначають якість навколишнього середовища, досить інформативний, істотно доповнює наше уявлення про ступінь небезпеки або безпеки об'єктів при їх використанні, що є необхідною складовою частиною комплексної системи контролю з огляду забезпечення охорони навколишнього середовища та здоров'я живих організмів [18].

Тетраетоксисилан (тетраетилсилікат, етилсилікат, тетраетилортосилікат) - простий ефір ортокремнієвої кислоти і етилового спирту з формулою $(C_2H_5O)_4Si$. Являє собою летючу прозору безбарвну рідину з характерним пряносолодкуватим, що схожий зі спиртовим, запахом.

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	Лист
						35
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Токсичний і потенційно небезпечний у зв'язку з наявністю прихованого періоду дії, викликає атрофію слизової оболонки носа і подразнює слизові оболонки очей. Характерною реакцією крові на надлишок тетраетоксисилану є тимчасове зменшення червоних і білих кров'яних тілець і лімфоцитів; вміст гемоглобіну не змінюється. Має четвертий клас небезпеки (ГОСТ 12.1.007), його ГДК_{р.з} становить 20 мг/м³; ГДК_{м.р} SiO₂ – 405 кг/м³ [19].

Хлоридна кислота - безбарвна або жовтувата рідина з різким запахом, у повітрі "димить", утворює білий туман. Отруйна, ГДК в повітрі – 5 мг/м³. Концентрована кислота містить 37 – 38 % хлороводню. Вологий хлороводень роз'їдає гуму, водорозчинна, реагує з водою з виділенням тепла, корозійна для більшості металів. У разі вдихання туману кислоти – першіння в горлі, сухий або вологий кашель, ускладнене дихання, задишка, клокотливе дихання, сльозотеча. Туман може спричинити різку гіперемію шкіри та обличчя. У разі потрапляння на шкіру – опік шкіри, серйозне запалення з пухирями. У разі потрапляння в очі – різь, сильне печіння, осліплення, в середину – опік слизової оболонки порожнини рота, стравоходу, шлунку, різкий біль [20].

Гідроксид амонію (гідроксид амонію, аміачна вода, їдкий амоній, їдкий аміак) - з'єднання, що утворюється при взаємодії аміаку з водою і дисоціюють у воді з утворенням катіонів амонію і гідроксид-аніонів (слабка основа) Фізичні властивості стан рідина, молярна маса 35,04 г/моль, щільність 0,91 (25%) [21].

Аміак відноситься до речовин 4-го класу небезпеки (ГОСТ 12.1.005). Гранично допустима концентрація (ГДК) аміаку, що виділяється з його водного розчину в повітря робочої зони виробничих приміщень, становить 20 мг/м ГОСТ 24147-80 Аміак водний особливої чистоти.

Аміак викликає катарит верхніх дихальних шляхів, ангіни, тонзиліт. Важке отруєння аміаком приводить до гострої емфіземи, збільшення печінки; можливий хімічний опік очей і верхніх дихальних шляхів. При хронічному

отруєнні можливі головні болі, підвищена дратівливість, зниження працездатності.

Продукт сильно дратує шкіру аж до її опіку з утворенням пухирів. Попадання аміаку в очі може привести до повної сліпоти.

Приміщення, в яких проводяться роботи з продуктом, повинні бути обладнані безперервно діючої припливно-витяжною вентиляцією.

Водний аміак є важкогорючою рідиною, яка не спроможна до самостійного горіння. У закритих посудинах над міцними розчинами аміаку можуть створюватися вибухонебезпечні концентрації. Нижня температурна межа займання $(-2 \pm 2,2) ^\circ \text{C}$. Температура самозаймання $(750 \pm 3) ^\circ \text{C}$.

Етанол (етилловий спирт) - одноатомний спирт, другий представник гомологічного ряду одноатомних спиртів, при стандартних умовах летюча, горюча, безбарвна прозора рідина. Чинний компонент алкогольних напоїв, є депресантом психоактивних речовин, гнітючим центральну нервову систему людини. Використовується як паливо, розчинник, наповнювач в спиртових термометрах і як дезінфікуючий засіб (або як його компонент) [22].

Потрапивши в організм людини діє на кору головного мозку, при цьому настає сп'яніння з характерним алкогольним «збудженням». У великих дозах етиловий спирт викликає пригнічення функцій як спинного, так і довгастого мозку. При цьому може наступити стан тривалого глибокого наркозу з втратою рефлексів і пригніченням життєво важливих центрів. Під впливом етилового спирту може наступити смерть в результаті паралічу дихального центру. Також діє на серцево-судинну систему організму людини. За токсичністю на організм відноситься до речовин 4-го класу небезпеки, ГДК в повітрі $0,1 \text{ мг/м}^3$, ГДК_{мр} и ГДК_{сд} становить 5 мг/м^3 .

4.4. Характеристика пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, що досліджуються

Пожежовибухонебезпе́ка речовин і матеріалів — це сукупність властивостей, які характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння [23].

Згідно з наказом №440 основними вимогами пожежної безпеки в лабораторії є [24]:

- усі роботи в лабораторії, пов'язані з можливим виділенням токсичних або пожежовибухонебезпечних газів і пару, повинні проводитися тільки у витяжних шафах; витяжні шафи слід постійно утримувати у справному стані; користуватися витяжними шафами з розбитим склом або несправною вентиляцією забороняється;
- приточно-витяжна вентиляція у всіх приміщеннях лабораторії повинна включатися за 30 хвилин до початку роботи і виключатися після закінчення робочого дня;
- лабораторні приміщення слід забезпечити вогнегасниками, вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння; на дверях лабораторії повинна бути вивішена табличка, де вказано прізвище особи, яка відповідає за протипожежний стан;

У приміщеннях лабораторій забороняється:

- загроможувати та захаращувати проходи, а також підходи до засобів пожежогасіння;
- застосовувати для миття підлоги та обладнання бензин, гас або інші легкозаймисті та горючі рідини;
- користуватися електронагрівними приладами з відкритою спіраллю;
- залишати без нагляду робоче місце, запалені пальники та інші нагрівні прилади;
- сушити горючі предмети на опалювальних приладах;

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		38

- залишати на робочому місці відходи паперу;
- палити цигарки;
- зберігати будь-які речовини, пожежо-небезпечні властивості яких не досліджені;
- тримати поблизу нагрівальних приладів, пальників та інших джерел відкритого вогню легкозаймисті та горючі рідини;
- виливати відпрацьовані легкозаймисті та горючі рідини в каналізацію;
- прибирати випадково розлиті легкозаймисті та горючі рідини при працюючих пальниках та включеному електрообладнанні.
- усі роботи в лабораторії або іншому приміщенні навчального закладу повинні проводитися на справному електрообладнанні;
- у разі виявлення пошкоджень ізоляції електропроводки, штепселів, розеток та іншої пускорегулюючої апаратури необхідно відразу сповістити особу, відповідальну за енергогосподарство; всі несправності повинні усуватися фахівцем; при загорянні електропроводки або електроприладів необхідно їх відключити, повідомити пожежну охорону та почати гасити пожежу;
- у випадку припинення подачі струму в електромережу всі електроприлади та електрообладнання слід відключити;

При експлуатації електрообладнання та електроприладів забороняється:

- переносити з одного місця на інше увімкнені в електромережу електроприлади;
- ремонтувати електрообладнання, яке знаходиться під напругою;

- загроможувати підступи до розподільчих електрощитів, шаф, ящиків, електрообладнання тощо;
- користуватися тимчасовою електропроводкою;
- замінити запобіжники, які перегоріли, на нестандартні (для цього необхідно використовувати калібровані запобіжники заводського виготовлення);
- підключати до клем щитів силової лінії прилади освітлювальної мережі, які розраховані на напругу 220 В;
- обгортати електричні лампи розжарювання різними спалимими матеріалами (папером, рушником, пластмасовими плівками тощо).

Тетраетоксисилан - легкозаймиста безбарвна рідина. Густина 933,4 кг/м³; температура плавлення -82,5 °С; температура кипіння 168,5 °С; температура займання 25 °С; температура самоспалахування 180 °С; температурні межі поширення полум'я: нижній 13 °С, верхній 118 °С (в сухому повітрі); нижній 25 °С, верхній 120 °С (при відносній вологості 42 %) [25].

При об'ємному гасінні мінімальна вогнегасна концентрація (в % об'ємн.): азоту — 38, вуглекислого газу — 25, бромистого етилу — 13, фріону 114В₂ — 10. Гасити складами СІ-ВК, СІ-2, не можна гасити водою, водними розчинами, пінами.

Хлоридна кислота – безбарвна, негорюча їдка рідина. Концентрована (37%) кислота має густина 183,7 кг/м³ [25].

При проливанні використовувати розпилену воду, вогнегасні порошки на основі амонійних солей фосфорної та сірчаної кислот (ПФ, П-2АПМ, Вексон-АВС), хлориду калію (ПХК), та сільвініту (ПГС-3, ПГС-М), газові вогнегасні речовини (азот, діоксид вуглецю). Потрапляння на поверхню кислоти хладонів у рідкому стані, діоксиду вуглецю в твердому стані, вогнегасних порошків на основі бікарбонату натрію (зокрема ПСБ-3) може призвести до утворення кислотного туману.

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	<i>Лист</i>
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		40

Етанол (етиловий спирт) - легкозаймиста безбарвна рідина. Густина 789,3 кг/м³; температура плавлення -114,3 °С; температура кипіння 78,37 °С; температура спалаху 13 °С; температура займання 26 °С; температура самоспалахування 404 °С; температурні межі поширення полум'я: нижній 11 °С, верхній 41 °С [25].

Засоби гасіння. Горючі гідрофільні рідини рекомендується гасити хімічної піною, одержуваної з пеногенераторного порошку ПГПС (омилення). Мило в цьому порошку сприяє утворенню на поверхні палаючої гідрофільної рідини тонкого гідрофобного шару, що перешкоджає швидкому руйнуванню піни. Тонкорозпиленою водою для гасіння необхідно, щоб розпорошена вода рівномірно покривала всю поверхню палаючої рідини. Повітряно-механічною піною на основі піноутворювача ПО-11, що забезпечує отримання повітряно-механічної піни, стійкої по поверхні спирту, ацетону та інших гідрофільних рідин.

В якості первинних засобів гасіння рекомендується використовувати вогнегасники ОЖ-7 з зарядом 46% - го водного розчину піноутворювача ПО-11, порошкові і газові вогнегасники.

4.5 Висновки до розділу

В даному розділі висвітлені питання з безпеки праці в дослідницьких лабораторіях при роботі з речовинами та матеріалами, установками та засобами, які використовувалися у дослідженнях для дипломної роботи.; аналізу та узагальнення, щодо правил та поведження в лабораторії згідно з нормативними документами.

Визначено завдання охорони праці в Україні та відповідній сфері; загальний аналіз стану охорони праці (стан виробничого травматизму і захворюваності) на об'єктах внаслідок виробничого травматизму; аналіз наявних небезпек речовин на матеріалів використувані в дослідженнях (наявні та допустимі концентрації, рівні, фактори та їх вплив на здоров'я

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	<i>Лист</i>
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		41

працюючих); аналіз пожежної безпеки; рекомендації з удосконалення стану охорони праці - забезпечення безпеки при роботі в лабораторії (включаючи пожежну безпеку та наслідки впливу на організм людини);

У тексті розділу вказані посилання на нормативні документи, що наводяться в даному розділі.

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	<i>Лист</i>
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		42

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень вивчено вплив типу етилсилікату на вогнестійкість і площу ушкодження тканини. Показано, що доцільніше використовувати в якості кремнійорганічного компонента покриття етилсилікат-40, на основі якого можна отримувати досить стійкі золі з практично не змінюється плинністю. Вогнестійкість просочених зростає при цьому в 1,5 рази, а площа ушкодження знижується в 2,5 рази.

Розроблено технологію нанесення вогнестійких кремнійорганічних покриттів по текстильних матеріалах.

Досліджено вплив концентрації антипірену на вогнестійкість просочених зразків бавовни, а також залежність температури зворотного боку просочених зразків від концентрації розчинів антипірену.

Передбачено заходи з охорони праці під час одержання золю тетраетоксисилану та нанесення покриттів по текстильних матеріалах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Б.В. Болібрух, Б.В. Штайн, Р.Я. Лозинський, Лин А.С., А.О. Васютяк Визначення температурних режимів підкостюмного простору теплозахисного одягу пожежника під час гасіння пожеж в закритих приміщеннях. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека» №22, 2013. - С. 24-31.
2. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
3. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Д.В. Поповский, В.Ю. Охломенко. Боевая одежда и снаряжение пожарного: Методическое пособие. Под общей редакцией В.А. Грачева – М.: Академия ГПС МЧС России 2004. – 86 с.
5. ГОСТ 15898-70. Ткани льняные и полульняные. Метод определения огнестойкости.
6. Руководство способы и средства огнезащиты текстильных материалов Смирнов, Н.В. Константинова, Н.И. Москва 2004.-50 с.
7. Технологія вогнестійких захисних покриттів: навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеню «магістр» денної та заочної форми навчання за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» та спеціалізацією «Радіаційний та хімічний захист» /Укладачі О.Б.Скородумова, О.В.Тарахно — Х.: НУЦЗУ, 2019. – 134 с.
8. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1)
9. Глосарій термінів з хімії // Й. Опейда, О. Швайка. Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет. — Донецьк : Вебер, 2008. — 758 с.

10. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.
11. Бобрышева С. Н., Подобед Д. Л., Кашлач Л. О. Снижение горючести полимерных материалов
12. Косняну К., Видя М. Литье в керамические формы / пер. с рум. М.:Машиностроение, 1980.- 199с.
13. Айлер Р. Химия кремнезема.- М.:Мир, 1982.- ч.1.- 416с.
14. Скородумова О.Б. Направленный синтез кристаллических фаз в ультрадисперсных порошках с «золь-гель» предысторией // Вісник Національного технічного університету «ХП».— Харків, 2001.- №20.- С.97-102.
15. Гогіташвілі Г. Г., Карчевські Є.-Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. — К.: Знання, 2007. — 367 с.
16. Закон України Про охорону праці: за станом на 5 квіт. 2015 р/Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2003. – 10 с.
17. Наказ від 27.03.2007 № 61 Про затвердження Правил безпеки в газовому господарстві коксохімічних підприємств і виробництв.
18. Глосарій термінів з хімії // Й. Опейда, О. Швайка. Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет. — Донецьк: Вебер, 2008. — 758 с.
19. Химическая энциклопедия; в 5 т.т.; т.4 Пол-Три; под ред. Зефирова Н. С.; М.:1995 г.-639с.
20. Деркач Ф. А. Хімія. — Львів : Львівський університет, 1968. — 312с.
21. Наказ від 19 серпня 2005 р. № 311 Примірня інструкція з охорони праці при роботах з натрія гідратом окису, калія гідратом окису, натрієм вуглекислим, аміаком водним ПІ 1.4.32-426-2005.
22. Чирва В. Я., Ярмолюк С. М., Толкачова Н. В., Земляков О. Є. Органічна хімія. — Львів : БаК, 2009. — 996 с.

23 Основи підготовки пожежника: навч. посіб. / С. Ю. Дмитровський, В. І. Луц, П. В. Семенюк ; М-во надзвич. ситуацій, Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльн. — Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2011. — 296 с.

24. Наказ від 26.08.94 № 440 Про затвердження Правил пожежної безпеки для закладів, підприємств та організацій культури.

25. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; кн. 1/А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.-М., Химия, 1990.-496 с.

					НУЦЗУ.СХ та ХТ	<i>Лист</i>
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		46