

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 другим (магістерським) рівнем вищої освіти

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

На тему: «Розробка технологій одержання швидкотвердіючих пін з високими ізолюючими властивостями»

Виконав: курсант (студент) 2 курсу,

групи МХТ-18-222

напряму підготовки (спеціальності)

16 «Хімічна та біоінженерія»

(«Радіаційний та хімічний захист»)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ірина КОНДРАТЮК

(прізвище та ініціали)

Керівник: Олександр КІРЄЄВ

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Олександр САВЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Харків 2019 року

Факультет (підрозділ) оперативно - рятувальних сил  
Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології  
Напрямок підготовки 16 «Хімічна та біоінженерія»  
(шифр і назва)  
Спеціальність 161 «Хімічна технологія та інженерія»  
(шифр і назва)  
Основна – професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»  
Рівень вищої освіти друга (магістерський)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Начальник кафедри СХ та ХТ

Олена ТАРАХНО

“ ” \_\_\_\_\_ 2019 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)**

Кондратюк Ірина Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Розробка технологій одержання швидкотвердіючих пін з високими ізолюючими властивостями»

Керівник роботи Кіреєв Олександр Олександрович, професор, д.т.н, доцент  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” \_\_\_\_\_ року  
№ \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем вищої освіти проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

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

Презентаційний матеріал на      слайдах

**6. Консультанти розділів роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
4			
5			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_ **Ірина КОНДРАТЮК**  
( підпис )                      (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ **Олександр КІРЄЄВ**  
( підпис )                      (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Звіт про ДР (ДП): \_\_с., \_\_ рис., \_\_ табл., \_\_ джерел, \_\_додатки.

Ключові слова: небезпечні хімічні речовини, ізолююча здатність, гелеутворення, поверхнево – активні речовини, швидкотвердіюча піна, зона зараження конвекція, інверсія, ізотермія, агрегативна стійкість, автомобіль твердопінного гасіння, екологічні збитки .

Об'єкт досліджень: технологія отримання швидкотвердіючих піни на основі гелеутворюючої системи  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  з високими ізолюючими властивостями.

Мета роботи: отримати стійку, економічно та екологічно безпечну швидкотвердіючу піну з високими ізолюючими властивостями.

Стислий зміст роботи та висновки:

Проведено аналіз відомих технологій отримання твердих піни. Обрано гелеутворюючу систему  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  та метод стряхування. Визначено залежність розповсюдження токсичних речовин від метеоумов, порівняно методи розрахунку аварійного прогнозування зони зараження за допомогою сайту «DSNS GIS», програми «ALONA» та програми «Аварийный прогноз v 1.0», виявлено їх недоліки та переваги.

Визначено ефективність швидкотвердіючих піни на основі гелеутворюючої системи  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . Розраховано коефіцієнт уповільнення випаровування, який для шару 6 см становить 4.5.

Було розглянуто сучасні методи подачі твердих піни, питання безпеки праці під час роботи в лабораторії зі швидкотвердіючими пінами та екологічні збитки завдані у разі локалізації рідких токсичних рідин швидкотвердіючими пінами на основі гелеутворювача розчину полісилікату натрія ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  ) та каталізатора гелеутворення неорганічного бінарного з'єднання сульфату амонія  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

Область використання: цивільний захист, локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з випаруванням рідких токсичних рідин.

					НУЦЗУ.2.18-168. СХ та ХТ. РПЗ-01	Лист
Зм	Лист	Підп.	№ докум	Дата		

## ABSTRACT

Degree project report: \_\_p., \_\_ figures, \_\_ tables, \_\_ sources, \_\_addresses.

Key words: hazardous chemicals, insulating ability, gel formation, surfactants, fast - setting foam, convection zone, inversion, isothermia, aggregate resistance, solid - state extinguishing vehicle, environmental damage.

Object of research: technology for the production of high-speed foams based on the gel-forming system  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  with high insulating properties.

Purpose: To have an efficient, economical and environmentally sound system.

Summary of work and conclusions:

The analysis of known technologies for the production of solid foams is performed. The gel-forming system  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and the shaking method were selected. The dependence of the spread of toxic substances on the meteorological conditions was determined, the methods of calculation of the emergency forecasting of the contamination zone using the site DSNS GIS, the program "ALOHA" and the program "Emergency forecast v 1.0" were calculated, their disadvantages and advantages were revealed.

The efficiency of fast-setting foams on the basis of the gel-forming  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  system was determined. The coefficient of evaporation slowing is calculated, which for the layer 6 cm is 4.5.

Scope: civil protection, localization of emergencies associated with the evaporation of liquid toxic liquids.

					НУЦЗУ.2.18-168. СХ та ХТ. ППЗ-01	Лист
Зм	Лист	Підп.	№ докум	Дата		

## ЗМІСТ

<i>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....</i>	<i>8</i>
<i>ВСТУП .....</i>	<i>9</i>
<i>РОЗДІЛ 1. ....</i>	<i>11</i>
<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....</i>	<i>11</i>
1.1 Аналіз масштабних аварій пов’язаних з небезпечними хімічними речовинами .....	11
1.2 Аналіз наукових досліджень та публікацій щодо розробки швидкотвердіючих пін.....	19
<i>РОЗДІЛ 2. ....</i>	<i>23</i>
<i>ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПОШИРЕННЯ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН В НАВКОЛИШНЬОМУ ПРОСТОРІ.....</i>	<i>23</i>
2.1 Небезпечно хімічні речовини, вплив на організм та токсичність .....	23
2.2 Способи локалізації та нейтралізації хімічних забруднень та їх аналіз .....	26
2.3 Розповсюдження токсичних речовин в залежності від метеоумов .....	30
<i>РОЗДІЛ 3. ....</i>	<i>41</i>
<i>ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ШВИДКОТВЕРДІЮЧИХ ПІН .....</i>	<i>42</i>
<i>З ВИСОКИМИ ІЗОЛЮЮЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ .....</i>	<i>42</i>
3.1 Твердіюча піна. Методи отримання .....	42
3.2 Визначення густини розчинів компонентів .....	46
3.3 Визначення в'язкості розчинів компонентів гелеутворюючої системи .....	48
3.4 Утворення робочих розчинів гелеутворювача та каталізатору гелеутворення. Визначення часу твердіння гелеутворюючої системи. ....	50
3.5 Одержання піни зі швидкотвердіючих складів .....	53
3.6 Ізольюючі властивості системи на основі гелеутворювача розчину полісилікату натрія ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ ) та каталізатора гелеутворення неорганічного бінарного з’єднання сульфату амонія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .....	55
<i>РОЗДІЛ 4. ....</i>	<i>58</i>

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>					
	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>						
Розроб	<i>Кондратюк І.С.</i>				Розробка технологій одержання швидкотвердіючих пін з високими ізолюючими властивостями	<i>Лім.</i>		<i>Лист</i>	<i>Листів</i>	
Перевір	<i>Кіресв О.О.</i>					Д	Р			
Н.контр	<i>Скородумова О.Б.</i>					<b>МХТ<sub>КС</sub>-18-222</b>				
Затв.	<i>Тарахно О.В.</i>									

<i>СУЧАСНІ СПОСОБИ ПОДАЧІ ШВИДКОТВЕРДЮЧОЇ ПІНИ</i> .....	58
<i>РОЗДІЛ 5.</i> .....	69
<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i> .....	69
5.1 Вимоги з охорони праці при роботі в лабораторних приміщеннях вищих навчальних закладів ДСНС України .....	69
5.2 Загальні відомості проведення дослідження на властивості швидкотвердіючих піп в хімічній лабораторії НУЦЗУ .....	73
5.3 Санітарно- гігієнічні характеристики бензену .....	74
5.4 Пожежовибухонебезпека бензену .....	75
5.5 Зберігання піноутворювача .....	76
<i>РОЗДІЛ 6.</i> .....	79
<i>ЕКОНОМІЧН РОЗРАХУНКИ</i> .....	79
6.1 Розрахунок можливого екологічного збитку від застосування ГУС.....	79
<i>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ</i> .....	88

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	<i>Лист</i>
	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ХНО – хімічно небезпечні об'єкти

ГУС – гелеутворююча система

НХР – небезпечна хімічна речовина

ПУ – піноутворювач

ПМП - повітряно-механічна піна

ЦЗ- цивільний захист

ГДК- гранично-допустима концентрація

ГДК м.р- гранично-допустима концентрація максимальна разова

ПАР- поверхнево активні речовини

ПУЕ- правила улаштування електроустановок

СДОР- сильнодіючі отруйні речовини

АХНР – аварійно хімічно небезпечна речовина

МЩ - метілізоціанат

АПМ – автономний пожежний модуль

АТПП – автомобіль твердопінного пожежогасіння

УКГП – установка комбінованого гасіння пожеж

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

У нове 21-е століття - століття індустріалізації, високих швидкостей і технологій людське суспільство вступило з тими ж проблемами, які воно намагалося вирішити в 20-му столітті. До таких недозволених проблем належать проблеми екологічної безпеки і виникнення аварійних ситуацій в техносфері, терористичні акти і військові зіткнення, тобто по суті все те, що пов'язане з безпекою людини.

Розвиток хімічної промисловості з одного боку, спростив існування людини у виробничому і побутовому плані, але з іншого боку створив дуже багато проблем, що вимагають постійного контролю. Як відомо, об'єкти хімічної промисловості і її продукти здатні виділяти в повітряний простір десятки токсичних агентів, які сприяють не лише появі хімічних забруднень в тій, що оточує людину і живі організми місцю існування, але і несуть безпосередню загрозу здоров'ю людини і живим організмам в цілому.

Токсичні речовини можуть з легкістю потрапити в довкілля в результаті техногенних аварій на підприємстві чи під час транспортування, унаслідок терористичної дії, або при використанні хімічної зброї, при цьому найбільш розповсюджений уражаючий фактор на людей і тварин - інгаляційний вплив високих концентрацій парів токсичних речовин.

На сьогоднішній день як на державному, так і на регіональному, місцевому, локальному рівні вельми актуальним стає уміння вірно і своєчасно оцінювати, прогнозувати поширення отруйних речовин в атмосфері, а також зменшити швидкість випаровування токсичних речовин.

Ізоляцію поверхні пролитої токсичної рідини частіше всього досягають за допомогою повітряно-механічної піни, але провівши аналіз літературних джерел

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

можемо зробити висновок, що повітряно-механічна піна, як ізолюючий засіб є недостатньо ефективною, тому що ПМП не здатна протягом тривалого часу створювати механічну перешкоду для виносу парів ГР в атмосферу і запобігати можливості виникнення горіння.

Ізолюючий засіб нового покоління повинен мати такі критерії:

- забезпечувати малі витрати ізолюючої речовини в процесі подавання;
- не руйнуватися при контакті з полярними рідинами;
- виявляти високі ізолюючі властивості;
- мати прийнятні екологічні та економічні характеристики.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

## 1.1 Аналіз масштабних аварій пов'язаних з небезпечними хімічними речовинами

Серед надзвичайних ситуацій техногенного характеру аварії на хімічно небезпечних об'єктах є одним з найважливіших місць. Хімізація промислової індустрії зумовила зростання техногенних небезпек, пов'язаних з хімічними аваріями, які можуть супроводжуватися викидами в атмосферу аварійно хімічно небезпечних речовин (АХНР), значним матеріальним збитком і великими людськими жертвами.

Розглянемо самі великі аварії пов'язані з токсичними речовинами[1]:

1. 10 липня 1976 р о 12:40 в м. Севезо з труб хімічного комбінату «ICMESA», що виробляє різні хімічні речовини (в основному ароматичні сполуки), при вибуху робочого котла стався викид отруйної хмари, в якому було близько двох кілограмів діоксину, внаслідок чого відбулося тотальне забруднення 1500 га густо населеної місцевості. Світ обійшла страшна фотографія дівчинки, яка була отруєною, але залишилася живою (рис.1.1). Її обличчя було закрито марлею, бо шкіра на обличчі облізла повністю.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01



Рис. 1.1 Фотографія дівчинки, яка була отруєною, але залишилася живою

Після аварії місто протягом 16 місяців було безлюдним. Причиною аварії послужило порушення технологічного процесу. В результаті в реакторі почалася неконтрольована реакція, підвищилися температура і тиск, відбулося спрацювання запобіжного розривного диска печі і витік вмісту реактора в атмосферу, в тому числі діоксину.

Витік тривав протягом двох-трьох хвилин, після чого утворилася біла хмара, за формою нагадує перевернутий конус. Хмара стала поширюватися за вітром на південний схід, розтягнулася на відстань приблизно дев'ять км. та нависла над містом, областю Бріанза і п'ятьма муніципалітетами Ломбардського регіону провінції Мілан.

У перший момент після викиду вмісту реактора фахівці заводу порахували, що сталася невелика аварія. В цей же день, о 17:45, офіційні представники заводу інформували мера, керівника охорони здоров'я і поліцію м. Меду про вихід гербіцидних парів на заводі, що містять трихлорфенол (про існування діоксину не було відомо і тому не згадано). Було запропоновано проінформувати про це населення і утриматися від вживання овочів і фруктів з місцевих земельних

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

ділянок. На наступний день такі ж рекомендації були передані муніципалітету м. Севезо щодо людей, які проживають безпосередньо поблизу заводу. Тільки 19 липня хімічна лабораторія в Швейцарії визначила присутність діоксину в надісланих зразках з м. Севезо і повідомила про це владу міністрів зараженого регіону, в тому числі міністра охорони здоров'я провінції Ломбардія.

Район ураження був розділений на 3 зони: із зони "А" (80,3 га, щільність зараження 580 мкг / м<sup>2</sup>) було евакуйовано все населення протягом 19 днів, з зон "В" і "С" (сумарна площа 296,4 га; щільність зараження 3 і 0,9 мкг / м<sup>2</sup> відповідно) - діти та вагітні жінки.

Сотні людей отруїлися і потрапили до лікарень. Їх шкіра покрилася екземою, виразками і опіками, їх мучили блювота, шлункові коліки і розлади. У вагітних жінок, які зазнали впливу хімічних речовин, спостерігався високий відсоток викиднів. Серед населення всіх зон в подальшому виявлено 187 випадків хлоракне (специфічного для впливу діоксину захворювання), з них 9 - у важкій формі.

Тварини гинули в основному від хімічних опіків кінцівок або дихальних шляхів. Відзначається, що дрібні тварини гинули швидше великих: в першу чергу гинули кролики, пізніше – коні (рис.1.2). Ліквідація наслідків аварії тривала більше року.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.2 Фотографія отруєної худоби

2. В ніч з 2 на 3 грудня 1984 на заводі пестицидів, що належав американській хімічній корпорації Union Carbide, стався аварійний викид парів надзвичайно отруйної речовини - метилізоціаната.

Сорок дві тонни метилізоціаната, що опинилися в атмосфері, за кілька діб забрали життя понад 15 тис. (рис.1.3). Осіб і зробили інвалідами до півмільйона жителів міста - подібних трагедій, викликаних приголомшливою недбалістю, людство ще ніколи не зустрічало.

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**



Рис. 1.3 Фотографія отруєних дітей

До 1984 року були відключені всі захисні системи, які повинні були в разі надзвичайної події забезпечити ліквідацію. За словами робітників, внутрішні витіки були регулярними, а датчики на приладах були чутливими. Тому на витік МІЦ об 11:30 вечора 2 грудня ніхто не звернув особливої уваги. Протягом наступної години реакція в резервуарі з отруйною хімічно активною речовиною вийшла з-під контролю.

Загальної тривоги - не було! Сирени і повідомлення, які звучали в ніч аварії, не відрізнялися від звичайних "тренувальних" тривог. Місцеві жителі не знали про ризики, які представляло виробництво, не мали уявлення про заходи індивідуальної безпеки і поведінці в разі аварії. Навіть робочі рятувалися втечею, ігноруючи автобуси для евакуації.

Наслідки аварій на ХНО представляють собою сукупність результатів впливу хімічного зараження на об'єкти, населення і навколишнє середовище. Вплив

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

токсичних речовин на організм людини призводить до непрацездатності, отруєння організму, а в гіршому випадку до загибелі.

3. Фосфорна аварія під Ожидовом — техногенна катастрофа, що трапилась 16 липня 2007 року о 16:55 у Буському районі Львівської області.

На перегоні Красне — Ожидів зійшли з колії та перекинулися 15 цистерн з жовтим фосфором товарного потягу №2005 (всього у складі потягу було 58 вагонів). Цистерни слідували зі станції Асса (Джамбул, Казахстан) до станції Оклеса (Республіка Польща). Через витік фосфору із однієї цистерни сталося самозаймання 6 цистерн.

В результаті сходження цистерн було пошкоджено 50 м залізничної колії, близько 100 м контактної мережі та три опори(рис.1.4) .



Рис. 1. 4 Ілюстрація сходження цистерн з жовтим фосфором

Під час гасіння пожежі утворилася хмара з продуктів горіння (зона ураження близько 90 кв. км). Почалась евакуація із зони ураження. В першу чергу

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**



евакуювали людей з найближчих сіл, інших за бажанням. Ситуація ускладнювалась тим, що водою гасити фосфор не можна.

До ліквідації наслідків надзвичайної ситуації було залучено 450 осіб особового складу та 80 одиниць техніки, у тому числі: від МНС 125 осіб і 30 одиниць техніки, від Мінтрансу 30 осіб і 7 одиниць техніки (6 пожежних потягів), від МВС 220 осіб і 30 одиниць техніки, від МОЗ 25 осіб і 9 одиниць техніки. Операція з ліквідації пожежі проходила під керівництвом очільника львівських рятувальників Сергія Дмитровського.

Ввечері 16 липня о 22:29 пожежу було погашено. Внаслідок пожежі продуктами горіння отруїлося 16 осіб, з яких 13 у стані важкого та середнього ступеня важкості госпіталізовано до військового медичного клінічного центру Західного оперативного командування у Львові. Семеро госпіталізованих – працівники МНС, двоє – працівники Державтоінспекції, четверо – місцеві жителі. Загиблих не було, однак зранку наступного дня мешканці Буського району почали звертатися у лікарні та медпункти зі скаргами на нудоту і головний біль. Жителів найближчих сіл було тимчасово відселено .

17 липня у зв'язку із реакцією фосфору з повітрям пожежа продовжилась в невеликих осередках, які були не покриті піною. Пожежники продовжували поливати піною місце катастрофи.

19 липня почали піднімати та завантажувати уцілілі цистерни з фосфором. В цілому з початку виникнення надзвичайної ситуації було госпіталізовано 152 особи (з них 27 дітей), у тому числі 14 рятувальників МНС, які брали безпосередню участь у гасінні пожежі, 3 медичних працівники, які надавали невідкладну медичну допомогу в зоні надзвичайної ситуації, решта – жителі навколишніх населених пунктів. Тяжких хворих не було. 6 працівників МНС перебували у стані середньої тяжкості, стан решти 8 — задовільний.

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

4. Підприємство компанії "Цзянсу тяньцзяі", створене в 2007 році, займається виробництвом хімікатів, а також декількох видів сировини для хімічної промисловості. У числі продукції підприємства, зокрема, оксибензойна кислота і бензиловий ефір. Штат співробітників підприємства складає 195 чоловік. Місцева влада з 2016 по 2018 рік щонайменше шість разів штрафували хімзавод за численні порушення екологічних норм, а загальна сума штрафів склала 1,29 мільйонів юанів (близько \$ 193 тис.).

Вибух стався в четвер о 14:45 за місцевим часом на хімічному заводі в промисловому парку, адміністративно підпорядкованому місту Яньчен, приблизно в 250 км на північ від Шанхая. За даними китайської преси, на заводі вибухнув бензол - вогнебезпечна і токсична речовина (рис. 1.5)

Він був настільки потужним, що ударною хвилею вибило вікна в будинках, розташованих в радіусі близько 5 км від місця НП. Численні репортажі місцевого телебачення демонстрували кадри зруйнованих приміщень підприємства, а також вибиті вікна і пошкоджені автомобілі в радіусі декількох кілометрів від місця вибуху.



Рис. 1. 5 Аварія на підприємстві компанії "Цзянсу тяньцзяі"

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

Кількість загиблих в результаті вибуху на хімічному заводі в провінції Цзянсу на сході Китаю зросла до 64 осіб. У лікарнях перебувають 617 осіб, з яких 21 в критичному стані. Триває рятувальна операція. У суботу вранці рятувальники витягли з-під завалів живу людину. Понад 20 людей вважаються зниклими без весті.

Аналізуючи аварії, можемо зробити висновок:

- НХР в наслідок аварії спричиняють велику кількість людських втрат та екологічні збитки.
- Основними шляхами проникнення токсичних речовин в організм людини є дихальні шляхи, шкіра, органи травлення. Найважливішими з них вважаються дихальні шляхи. Всмоктуючись слизовою оболонкою дихальних шляхів, токсичні речовини потрапляють у кровообіг, минаючи печінку, яка виконує в організмі роль механічного і біохімічного бар'єра.
- Токсичні речовини, що добре розчинні в жирах і ліпоїдах, легко проникають в організм крізь непошкоджену шкіру. Всмоктуючись крізь шкіру іноді у великих кількостях, такі речовини можуть викликати небезпечніші отруєння, ніж при вдиханні отруйної пари або пилу.

## **1.2 Аналіз наукових досліджень та публікацій щодо розробки швидкотвердіючих піп**

Значний внесок у вивчення екологічного впливу на навколишнє середовище аварійних розливів ГР і наслідків горіння різних речовин і матеріалів внесли Андропова А.В., Бесчастнов М.В., Брушлинский М.М., Блінов В.Н., Вязніковцев А.В., Гришин АМ, Гостинців Ю.А., Ісаєва Л.К., Ізмаїлов А.С., Копилов Н.П. [2 - 10], а також Малихін О.В., Павлов П.П., Петряков-Соколов І.В., Рижов АМ, Серков Б.Б., Суругін А.В., Таубкіна І.С., Тимофєєва С.С., Хасанов І.Р., Хованов АМ,

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Худяков Г.Н., Щеглов П.П. та інші [11-19]. Результати їх досліджень дозволили дати комплексне уявлення про вплив горіння на стан навколишнього середовища.

Одним з перспективних способів зниження інтенсивності випаровування ГР і ліквідації горіння паро-повітряної суміші є застосування повітряно-механічних пін (ПМП). Дослідженням застосування пін для ліквідації горіння індивідуальних речовин і нафтопродуктів займалися Аксьонов В.П., Астапов А.Н., Бегішев І.Р., Безрідних І.Ф., Білкун Д.Г., Бяков А.В., Билінкін В. А., Власов А.Г., Власенко І.Г., Волков О.М., Грачов А.В., Гілетіч А.Н., Гілетіч В.А. [20-25], а також Дубков П.Ф., Крилов О.В., Кокорєв О.В., Лобода М.В., Лоран А.Г., Меркулов В.А., Меркулов В.А., Молчанов В.П., Пешков В.В., Ремізов Ю.В., Сотников Н.В., Теплов Г.С., Троян М.Д., Шароварников А.Ф., Швирков А.Н. та інші [26-30]. Ними встановлено, що горіння ГР відбувається в паровій фазі при наявності і доступі кисню повітря. Відзначається, що ПМП не здатна протягом тривалого часу створювати механічну перешкоду для виносу парів ГР в атмосферу і запобігати можливості виникнення горіння.

Одним з перспективних способів, що забезпечують тривалу ізоляцію поверхні випаровування проливої горючої рідини і попередження займання її парів, є застосування швидкотвердіючої піни (ШТП) низької кратності. Вона здатна мимоволі затвердівати з плином часу і значно знижувати випаровування рідких токсичних рідин. Тривалість ізолюючої дії таких пін може становити кілька діб. Вирішальним фактором, що впливає на вибір засобу, що перешкоджає поширенню парів ГР в навколишнє середовище, є тривалість існування покриття.

Уперше розробкою твердих пін почали займатися в СРСР в квітні 1960 року. Авторами А.В. Богайчук и В.П. Марисюк отримано полімерну швидкотвердіючу піну, а також піногенеруючу установку[31].

На сьогодні є багато досліджень з швидкотвердіючими пінами різного складу. Богданова В.В зі співавторами пропонує використовувати при гасінні

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

пожеж наплення пінополіуретану марки «Ізолан 125» [32]. Судячи з наявних в літературі даних [33-36], підбір сповільнювачів горіння для пінополіуретанів (ППУ) проводиться емпірично. Також встановлено, що кожна марка ППУ вимагає індивідуального підходу з підбору сповільнювача горіння, що враховує зміну реакційних і фізико-хімічних властивостей вихідних компонентів, поведінку матеріалу в процесі експлуатації при дії екстремальних теплових навантажень або при виникненні пожежі. В результаті серії лабораторних, настановних і полігонних випробувань встановлено наявність вогнезахисного ефекту важкогорючого пінополіуретану для обмеження поширення пожежі по кабельних шахтах цивільних будівель. Вогнегасна ефективність важкогорючого ППУ істотно вище порівняно з водою, водою з ПАР і порівняна по питомій витраті зі спеціалізованими рідинними синтетичними засобами (АН60–КМ, Тофасил) при гасінні пожеж класу А, а питома витрата на гасіння пожежі класу В розробленим вогнезахисним пінополіуретановим матеріалом порівняно менше питомих витрат інших вогнегасних речовин, що свідчить про більш високу вогнегасну ефективність. Отриманий склад можна використовувати для запобігання поширенню горіння в обмеженому просторі.

Кайзер Ю. Ф.,Серебренникова Ю.Г., Оглоблин А.В. в своїй роботі пропонують застосовувати полімерну швидкотвердіючу піну на базі технології з сорбентом «Уніполімер-М» для застосування її при аварійних посадках літаків [37]. Таке покриття відноситься до амортизуючих матеріалів для роботи в умовах динамічних ударних навантажень, що поглинає енергію для ліквідації аварійних ситуацій при посадці повітряних суден (ПС).Полімерна швидкотвердіюча піна має ряд істотних переваг : негорюча, поглинає енергію удару конструкції ПС, високий ступінь нафтоємкості .

Абдурагімов І.М., Купрін Г.Н., Купрін Д.С. займалися розробкою швидкотвердіючих пін для локалізації ТГМ [38]. У їх статті дано опис механізму

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вогнегасної дії засобів гасіння пожежі традиційними вогнегасними засобами, а також розробленим та дослідженим у ТОВ НВО «СОПОТ» в 2015-2016 рр. запатентованим засобом – швидкотвердіючою піною на основі структурованих частинок кремнезему.

Показано, що дані піни володіють ефектом синергізму при гасінні твердих горючих матеріалів (ТГМ) за рахунок високої теплоізолюючої здатності, екранування ТГМ від зовнішніх теплових потоків із зони горіння. На основі результатів порівняльних вогневих випробувань доведена більш висока вогнегасна ефективність ШТП в порівнянні з існуючими найбільш поширеними засобами гасіння лісових пожеж. Термостабільність швидкотвердіючої піни забезпечується за рахунок використання нанотехнології нанесення плівки на бульбашок мікронної товщини вогнезахисного шару двоокису кремнію.

Висновки:

У зв'язку з вище викладеним та вивченим матеріалом можемо сказати що, повітряно-механічна піна є недостатньо ефективним локалізуючим засобом, а розробка швидкотвердіючої піни на основі гелеутворюючої системи (ГУС) та поверхнево-активних речовин (ПАР) є актуальною.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2.

### ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПОШИРЕННЯ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН В НАВКОЛИШНЬОМУ ПРОСТОРИ

#### 2.1 Небезпечно хімічні речовини, вплив на організм та токсичність

За критерієм характеру впливу на населення НХР умовно поділяють на три групи

[39]:

- аварійно хімічні небезпечні речовини (АХНР), які використовуються в економіці, здатні викликати масові поразки населення при аваріях на об'єктах;
- постійно діючі хімічні небезпечні речовини (ПДХНР), що систематично чинять шкідливий вплив на організм людини;
- бойові хімічні небезпечні речовини (БХНР), здатні викликати поразки населення при їхньому бойовому застосуванні можливим супротивником або при аваріях на об'єктах їхнього тимчасового зберігання і на підприємствах по знищенню.

У системі стандартів безпеки праці за ступенем дії на організм людини небезпечні хімічні речовини поділяють на чотири класи безпеки:

I - надзвичайно небезпечні речовини;

II - високонебезпечні речовини;

III - помірнонебезпечні;

IV - малонебезпечні.

Клас безпеки речовин встановлюється за чотирма показниками: гранично допустимі концентрації речовини в повітрі робочої зони, середньої смертельної дози при потраплянні речовини до шлунку, середньої смертельної дози при потраплянні речовини на шкіру та середньої смертельної концентрації речовини в повітрі. Клас безпеки встановлюють за найбільш жорстким показником, характерним для даної речовини (табл.2.1 ).

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1.

## Характеристика класів небезпеки хімічних речовин (ГОСТ 12007-76)

Показник	Норма для класу небезпеки			
	I	II	III	IV
гранично допустима концентрація речовини в повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	менше 0,1	0,1–1	1,1–10	більше 10
середня смертельна доза при потраплянні речовини до шлунку, мг/кг	менше 15	15–150	151–500	більше 500
середня смертельна доза при потраплянні речовини на шкіру, мг/кг	менше 100	100–500	501–2500	більше 2500
середня смертельна концентрація речовини в повітрі, мг/м <sup>3</sup> .	менше 0,5	0,5–5	5–50	більше 50

Міра небезпеки шкідливих речовин характеризується двома параметрами токсичності:

- верхній параметр - величина смертельних концентрацій для тваринних різних видів;
- нижній – мінімальні концентрації, що впливають на умовні і безумовні рефлекси і м'язову працездатність.

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01



Для кількісної характеристики токсичності речовин використовують поняття токсичної дози (токсодози). **Доза** – це така кількість речовини, наслідком якої є певний токсичний ефект[40].

За ступенем токсичності хімічні речовини поділяють на (табл. 2.2):

- надзвичайно токсичні, з  $LC_{50} < 1$  мг/л і  $LD_{50} < 1$  мг/кг;
- високотоксичні, з  $LC_{50} = 1-5$  мг/л і  $LD_{50} = 1-50$  мг/кг;
- сильнотоксичні з  $LC_{50} = 6-20$  мг/л і  $LD_{50} = 51-500$  мг/кг;
- помірнотоксичні з  $LC_{50} = 21-80$  мг/л і  $LD_{50} = 501-5000$  мг/кг;
- малотоксичні з  $LC_{50} = 81-160$  мг/л і  $LD_{50} = 5001-15000$  мг/кг;
- нетоксичні з  $LC_{50} > 160$  мг/л і  $LD_{50} > 15000$  мг/кг;

Таблиця 2.2.

Характеристика НХР за ступенем токсичності

Клас токсичності	ГДК в повітрі, мг/м <sup>3</sup>	Середні смертельні	
		Концентрація, мг/л	Доза при внутрішньому надходженні, мг/кг
Надзвичайно токсичні	0,1	< 1	< 1
Високо токсичні	0,1-1	1-5	1-50
Сильно токсичні	1,1-10	6-20	51-500
Помірно токсичні	1,1-10	21-80	501-5000
Мало токсичні	> 10	81-160	5001-15000
Практично не токсичні	-	> 160	> 1500

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

Лист № докум. Підпис Дата

Природа токсичності (фізична або хімічна) встановлює характер взаємодії речовин з тканинами організму. Це відбувається або за рахунок формування ковалентних зв'язків, зокрема, з солями миш'яку і ртуті, або шкідливі речовини (вуглеводні, спирти, альдегіди) зв'язуються з тканинами організму за рахунок Ван-дер-Ваальсових сил [40].

АХНР поряд із загальною також володіють виборчою токсичністю, тобто вони представляють найбільшу небезпеку для конкретного органу або системи живого організму.

По виборчій токсичності для живих організмів виділяють:

- «сердечні» АХНР, які володіють кардіотоксичеським дією. До них відносяться солі металів – кадмію, барії, калія, кобальту;
- «нервові» АХНР, викликають порушення психічної активності – це фосфорорганічні з'єднання, чадний газ;
- «печінкові» АХНР – це феноли і альдегіди, хлоровані вуглеводні;
- «ниркові» АХНР, до яких відносять з'єднання важких металів, етилгліколь, шавлева кислота;
- «кров'яні» АХНР, відносять зокрема анілін і його похідні, нітрит, миш'яковистий водень;
- «легеневі» АХНР, до яких перш за все відносять оксиди азоту, озон, фосген.

## **2.2 Способи локалізації та нейтралізації хімічних забруднень та їх аналіз**

Згідно «Рекомендацій щодо організації гасіння пожеж підрозділами МНС на промислових об'єктах підвищеної небезпеки з наявністю небезпечних хімічних речовин» від 22.09.2011р. у разі викиду НХР, які утворюють велику зону хімічного забруднення з високою концентрацією, необхідно вжити заходів, що

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

забезпечують обмеження поширення небезпечної хмари та локалізують її, після чого приступати до ліквідації витікання небезпечної речовини.

Отже головним завданням підрозділів ДСНС під час аварії на ОПН, пов'язаних з використанням НХР є локалізація зони хімічного забруднення, зниження до мінімального рівня впливу НХР на навколишнє середовище.

Обмеження і припинення викиду НХР здійснюється шляхом:

1. відключення ушкодженої частини технологічного обладнання;
2. перекриття кранів і засувок на трубопроводах;
3. встановлення аварійних накладок (бандажів), хомутів, заглушок у місцях прориву ємностей і трубопроводів;
4. підкачування фланцевих з'єднань;
5. перекачування рідини з аварійної ємності в резервну.

Ці роботи здійснюються під керівництвом і за особистої участі фахівців об'єкта, які обслуговують технологічне обладнання.

Обмеження розтікання по місцевості з метою зменшення площі й інтенсивності випаровування НХР здійснюється шляхом:

1. обвалування проток НХР;
2. створення перешкод на шляху розтікання НХР;
3. збирання НХР у природні заглиблення (ями, канами, кювети) з подальшим викликом відповідних служб для їх вивезення та (або) нейтралізації.

Зниження швидкості випаровування й обмеження поширення хмари НХР здійснюється шляхом:

1. улаштування рідинних завіс (водяних чи нейтралізуючих розчинів) у напрямку руху хмари НХР;
2. розсіювання і зсуву хмари НХР газоповітряним потоком;
3. засипання протоки і поглинання рідкої НХР сипучими адсорбційними матеріалами (грунт, пісок, керамзити);

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**4. ізоляції розливої НХР пінами;**

5. розведення потоки рідкої НХР водою чи нейтральними речовинами;

6. нейтралізації розчинами хімічно активних реагентів;

7. охолодження потоки НХР твердою вуглекислою чи іншими нейтральними холодоагентами;

8. структурування (загущення) потоки НХР спеціальними сполуками з наступним вивозом і нейтралізацією;

9. випалювання потоки НХР.

Ізоляція (поглинання) парогазової суміші з метою обмеження її поширення може проводитися шляхом створення у напрямку руху хмари НХР дрібнодисперсних водяних завіс. У воду можуть бути додані речовини, призначені для нейтралізації НХР.

Дрібнодисперсні водяні завіси створюються за допомогою протипожежної техніки, яка забезпечує тиск струменя води не менше 0,9 МПа. При нижчому тиску необхідна дисперсність крапель води, здатних поглинати (зв'язувати) парогазову фазу НХР, як правило, не досягається. Відсічні водяні завіси створюються вертикально на рубежі по фронту руху хмари НХР з урахуванням конструктивних особливостей приміщення, у якому відбувся викид НХР, рельєфу місцевості, метеорологічних умов і даних хімічної розвідки. Для нейтралізації НХР спеціальними розчинами забороняється застосовувати протипожежну техніку, якщо це може спричинити її пошкодження.

Поглинання рідкої фази НХР шаром сипучих адсорбентів може здійснюватися шляхом розсипання (насування) матеріалу безпосередньо на потоку НХР. Товщина шару адсорбенту повинна бути не меншою за 10-15 см. Забруднений адсорбент і верхній шар ґрунту на глибину просочування НХР), разі, необхідності збирається в спеціальні ємності й вивозиться в місця дегазації.

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

Ізоляція рідкої фази НХР піною здійснюється з метою зменшення їх випаровування. У піну можуть вводитися дегазуючі добавки, які, вступаючи в реакцію, утворюють нетоксичні чи малолетючі речовини. Ізоляція розливів НХР піною може застосовуватися за наявності достатньої кількості технічних засобів.

Найбільш доступним способом зниження швидкості випаровування НХР є розведення її рідкої фази струменем води чи розчинами нейтралізуючих речовин. Вони можуть подаватися дрібнодисперсним чи компактним струменями. Під час подавання водяних струменів для розведення НХР не допускається її розбризкування і потрапляння на людей, а також контактування особового складу та технічних засобів з розливою речовиною.

Залежно від умов аварії, наявності необхідних технічних засобів і нейтралізуючих речовин локалізація викиду (виливу) НХР і ліквідація його наслідків (знешкодження хмар і проток НХР) може здійснюватися як одним способом, так і комбінуванням перелічених способів.

Способи і засоби локалізації та нейтралізації хімічних забруднень для окремих НХР наводяться в декларації безпеки об'єкта, паспортах безпеки речовин та оперативних документах (плани пожежогасіння, ПЛАС тощо).

При аваріях на хімічно небезпечних об'єктах може діяти комплекс вражаючих факторів:

- безпосередньо на об'єкті аварії:

- токсичний вплив АХНР ;
- ударна хвиля при наявності вибуху;
- тепловий вплив і вплив продуктами згоряння при пожежі;

- поза об'єктом аварії:

- в районах поширення зараженого повітря тільки токсичний вплив як результат хімічного зараження навколишнього середовища.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

Основним вражаючим чинником є токсичний вплив АХНР, тому важливим завданням для ДСНС є своєчасно вміти розраховувати зону зараження та ізолювати поверхню НХР.

### **2.3 Розповсюдження токсичних речовин в залежності від метеоумов**

В більшості випадків основними причинами аварій на особливо небезпечних хімічних об'єктах є:

- недотримання правил зберігання АХНР;
- розгерметизація ємкостей зберігання АХНР;
- перекидання цистерн з АХНР;
- несправності клапанів;
- протікання

Часто при аваріях і пошкодженні ємкості тиск над рідкими речовинами падає до атмосферного. АХНР скипають і виділяться в атмосферу у вигляді газу, пари або аерозоля. Хмара газу, що сформувалася у момент руйнування ємкості за перші три хвилини поширюється на великі дистанції. Частина рідини (особливо з температурою кипіння вище 20°C), що залишилася, розтікається по поверхні і також поступово випаровується.

Пари поступають в атмосферу, утворюючи вторинну хмару зараженого повітря, яка поширюється на вже меншу відстань, формуючи зону зараження (рис.2.1) [41]. Просуваючись по напрямку приземних повітряних мас, хмара аварійно-хімічно небезпечних речовин може утворити зону зараження глибиною до десятків кілометрів. При цьому, очевидно, що все населення і у тому числі інші живі організми, що знаходяться в зоні зараження, наражаються на велику небезпеку, аж до летальних результатів.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.1 Розповсюдження зон зараження вторинною хмарою

Глибина зони поширення зараженого повітря залежить від концентрації АХНР та швидкості вітру. Наприклад, при швидкості вітру 1 м/с за одну годину хмара від місця аварії віддаляться на 5-7 км., при 2 м/с - на 10-14 км., а при 3 м/с на 16-21 км. Істотне збільшення швидкості вітру (6-7 м/с і більш) сприятиме його швидкому розсіюванню.

Збільшення температури ґрунту і навколишнього повітря прискорює випаровування АХНР, отже, збільшує концентрацію його над зараженою територією. На глибину поширення АХНР і величину його концентрації в значній мірі також впливатимуть вертикальні переміщення повітряних мас, тобто, погодні умови.

З цього виходить, що вигляд зони зараження АХНР більшою мірою залежатиме від швидкості вітру. Так, наприклад, при швидкості менше 0,5 м/с вона береться за коло, при швидкості від 0,6 до 1 м/с - за півколо, при швидкості від 1,1 м/с до 2 м/с - за сектор з кутом в 90°, при швидкості більше 2 м/с - за сектор з кутом в 45° (рис.2.2) [42].

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

Крім того, слід враховувати той чинник, що на міських вулицях температура повітря завжди на декілька градусів вище, ніж в сільській місцевості. Тому в місті спостерігається інтенсивний рух повітря, пов'язаний зазвичай з його припливом від околиць до центру по магістральних вулицях.

Це сприяє проникненню токсичних речовин в двори, безвихідь, колектори, підвали і створює підвищену небезпеку для життя і здоров'я міського населення.

Таким чином, при проведенні розрахунку необхідно враховувати той чинник, що стійкість аварійний-хімічно небезпечних речовин в міських кварталах буде вище, ніж на відкритій місцевості.

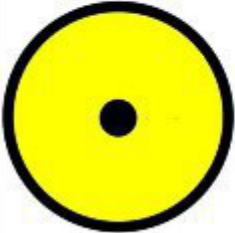

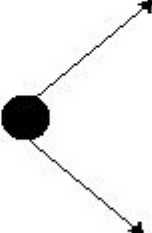
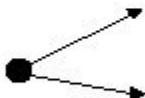
При швидкості вітру			
Менше 0,5 м/с	0,6 -1 м/с	1,1 - 2 м/с	Більше 2 м/с
			
Коло	Півколо	Сектор з кутом 90	Сектор з кутом 45

Рис 2.2 Вигляд зони зараження АХНР в залежності від швидкості вітру

Різні дослідження і їх аналіз в літературних джерелах також показав, що висока температура верхнього шару земної кори і нижніх шарів атмосфери забезпечує швидкий випар токсичних речовин із заражених поверхонь. При цьому вітер «розносить» (розвіює) пари токсичних речовин, знижуючи їх концентрацію.

Необхідно відзначити, що в суху, тиху і прохолодну погоду токсичні речовини швидко осідають на поверхні будівель, асфальтових покриттів, інших



предметах і можуть зберігати високу концентрацію досить тривалий час. Взимку випар отруйливих речовин також високий, а значить і зараження місцевості, де стався їх викид, буде тривалим.

При прогнозах поширення АХНР як правило враховують і міру вертикальної стійкості приземних шарів атмосфери. У даних обставинах стають актуальними такі процеси як інверсія і ізотермія, які забезпечують збереження високої концентрації АХНР в приземному шарі атмосфери і поширення хмари зараженого повітря на значні відстані.

Конвекція ж викликає розсіювання зараженої хмари, тобто зниження концентрації парів отруйних речовин. З цього виходить, що головну роль в поширенні хмари отруйних речовин грають три важливі процеси: інверсія, ізотермія і конвекція.

Як відомо, в приземному шарі температура повітря у міру збільшення висоти всупереч всім законам замість пониження, підвищується. Найчастіше це - інверсійний процес, який відбувається унаслідок того, що влітку, в безвітряні ночі потоки повітря від нагрітої за день земної поверхні піднімаються вгору, а охолоджене на висоті 20-40 м-коду повітря опускається вниз.

Затримуючий шар заважає розвитку вертикальних рухів повітря, в зв'язку, з чим під ним часто скупчуються пил і водяні пари і, як наслідок, формуються шари туману або диму. Інверсія не сприяє розсіюванню по висоті і утворює найбільш відповідні умови для збереження і поширення високих концентрацій АХНР.

Для ізотермії властиві стабільність температури повітря в деякому атмосферному шарі і відповідно стабільні рівноважні стани повітря. Отже, ізотермія, в основному, типова для похмурої погоди і, як правило, виникає в уранішні і вечірні години. Також як і інверсія, ізотермія сприяє тривалому застою аерозолів і пари токсичних речовин в населених пунктах, в промислових зонах, в лісах і парках.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Конвекція – процес вертикального переміщення повітряних мас з одних висот на інших, який визначає рух теплішого повітря вгору, а холодного, такого, що є щільнішим, - вниз. Звичайне таке явище, що має назву конвекції можна спостерігати влітку в денні години, при безвітряній і ясній погоді.

Потоки повітря, що піднімаються вгору, розсіюють хмару токсичних речовин, що перешкоджає поширенню аварійно-хімічно небезпечних речовин. Міра вертикальної стійкості приземного шару повітряних потоків визначається, найчастіше, за даними прогнозу погоди (табл.2.1) [42].

Для оцінки хімічної обстановки в районі аварійного викиду необхідні наступні вихідні дані:

- тип АХНР і його кількість;
- погодні умови;
- особливості топографії місцевості;
- характеристика джерела викиду;
- особливості забудови місцевості на дорозі поширення зараженого повітря.

При оцінці хімічної обстановки в районі викиду АХНР методом прогнозування необхідні дані по одночасному викиду в атмосферу всього запасу АХНР, який є на об'єкті, при відповідних для поширення зараженого повітря метеоумовах. Глибина хімічного зараження знаходиться по спеціальних таблицях (таб. 2.1) [41], а ширина зони ураження визначається по наступних пропорціях:

- $Ш = 0,03 \times Г$  – при інверсії;
- $Ш = 0,15 \times Г$  – при ізотермії;
- $Ш = 0,8 \times Г$  – при конвекції,

де  $Г$  – глибина поширення хмари зараженого повітря з приголомшуючою концентрацією.

Таблиця 2.1

Міра вертикальної стійкості приземного шару повітряних потоків

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Більше 3.9	2 – 3,9	Менше 2	Швидкість вітру, м/с	
Ізотермія	Ізотермія	Інверсія	Ясно, мінлива хмарність	Ніч
Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Суцільна хмарність	
Ізотермія	Ізотермія (Інверсія)	Ізотермія (Інверсія)	Ясно, мінлива хмарність	Ранок
Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Суцільна хмарність	
Ізотермія	Ізотермія	Конвекція (Ізотермія)	Ясно, мінлива хмарність	День
Ізотермія	Ізотермія (Інверсія)	Інверсія	Суцільна хмарність	
Ізотермія	Ізотермія (Інверсія)	Інверсія	Ясно, мінлива хмарність	Вечір
Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Суцільна хмарність	

Під терміном «ранок» мається на увазі період часу протягом 2-го годинника після сходу сонця; під терміном «вечір» - перебіг 2-го годинника після заходу сонця. Період від сходу сонця до заходу сонця за вирахуванням 2-го уранішнього

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

годинника – день, а період від заходу до сходу сонця за вирахуванням 2-го вечірнього годинника – ніч.

Швидкість вітру і міра вертикальної стійкості повітря приймається в розрахунках на момент аварії.

Площа зони хімічного зараження в таких умовах приймається як площа рівнобедреного трикутника, яка дорівнює половині глибини поширення зараженого повітря на ширину зони зараження:  $S_3 = 1/2\Gamma \times Ш$  [41].

Кажучи про вплив метеоумов на поширення токсичних речовин в докільлі, не можна не згадати також про таке явище, як стійкість зараження. Під стійкістю отруйливих агентів прийнято розглядати тривалість знаходження цих речовин в атмосфері або на місцевості як сповна реальних матеріальних об'єктів.

Так само під стійкістю потрібно розуміти і тривалість збереження приголомшуючої дії цих речовин. Причому в цей період часу включаються як годинник перебування АХНР на місцевості в первинному незміненому вигляді, так і годинник зараження повітряних мас в результаті випару з верхнього шару землі, а також підняті з пилом.

Стойкість токсичних речовин на місцевості в цьому випадку залежить від двох основних чинників:

- безпосередньо від хімічної активності речовини;
- від сукупності всіх фізико- хімічних властивостей (летючість, в'язкість, температури кипіння, тиску насиченої пари, температури плавлення).

По стійкості всі отруйливі речовини можна розділити на дві Групи:

- стійкі
- нестійкі

Перша група здатна зберігати свою приголомшуючу дію вистачає тривалий час, від декількох годинників і доби до декількох тижнів. Речовини другої групи,

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

після їх вживання зберігають свою негативну дію до декількох десятків хвилин, максимум до двох годин.

До першої групи стійкості відносяться такі отруйні речовини як іприт і зоман, що застосовуються в якості хімічної зброї. Хлор, аміак, сірководень, фосген, синильна кислота відносять до другої групи. На місцевості стійкість небезпечних речовин буде залежати не тільки від температури повітря і ґрунту, але і від вертикальної стійкості приземного шару атмосфери, і від швидкості вітру. У зимовий час, в безвітряну тиху погоду і при інверсії стійкість аварійно-хімічно небезпечних речовин буде найвищою, а в літній час, при сильному вітрі і значною конвекції - найменшою.

Велике значення при поширенні токсичних речовин грає рельєф місцевості. У знижених формах рельєфу повітряні маси застоюються, в зв'язку з чим відбувається посилення небезпеки зараження території, особливо тими НХР, які важче повітря. Нерівності земної поверхні впливають і на турбулентність повітряних мас, які в свою чергу здатні змінити концентрацію небезпечних речовин в більшу чи меншу сторони.

Істотно впливають на поширення АХНР і тумани. Це відбувається через те, що багато токсичних речовин добре розчинні у воді. При великій вологості повітря вони поглинаються водяними парами і перетворюються в кислоти. Загальновідомим фактом в колі фахівців є приклад перетворення сірчистого газу в сірчану кислоту. У випадку з туманами, концентрація небезпечних речовин у навколишнє середовище може виявитися значно більше, ніж при його відсутності. Даний факт можна пояснити ще й тим, що на верхній межі туману створюється піднесена інверсія температури, а в самому тумані відзначатиметься зниження температури з висотою або ізометрія. Причому під час туманів в приземному шарі виявляється повний штиль.

Масштаби і тривалість зараження НХР при аварії на ХНО обумовлюються:

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

- фізико-хімічними властивостями НХР;
- кількістю НХР, викинутих на місцевість, в атмосферу, у воду;
- метеорологічними умовами;
- оперативністю оповіщення і вживання заходів;
- підготовленістю обслуговуючого персоналу до ліквідації наслідків розливу НХР;
- характеристиками об'єктів зараження:
  - для повітря – наявністю і характером рослинного покриву, місцями можливого застою повітря;
  - для води - площею поверхні, глибиною, швидкістю течії, наявністю ґрунтових вод, характеристикою прибережних ґрунтів;
  - для населення – ступенем захищеності від ураження НХР, характером діяльності;
  - для матеріальних об'єктів - характеристикою матеріалів, які потрапили під зараження, у тому числі пористістю, наявністю і складом лакофарбових покриттів).

З урахуванням типу хімічної обстановки, характеристики і стану НХР, можемо зробити наступні висновки:

1. Якщо речовина буде повільно витікати , глибина буде меншою, а час аварій збільшиться.
2. Чим більша кількість речовини перейде в навколишнє середовище тим більше буде глибина зони хімічного забруднення.
3. Глибина залежить від вертикальної стійкості атмосфери тобто зміни температури повітря по висоті.
4. Чим більше температура повітря тим швидше випариться речовина тобто глибина збільшиться, а час дії зменшиться.
5. Чим більше швидкість вітру тим менше глибина та час дії хмари НХР.
6. Чим важче речовина тим довше зберігається отруйна дія, в залежності від цього

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НХР поділяються на стійкі та нестійкі.

7. Чим більш закрита місцевість глибина зони забруднення менше, проте час її зберігання збільшується завдяки застою.

На даний момент є декілька програм для розрахунку зони зараження, кожна з них має свої переваги та недоліки, на рис. 2.3, 2.4, 2.5 показані приклади розрахунку аварійного прогнозування.

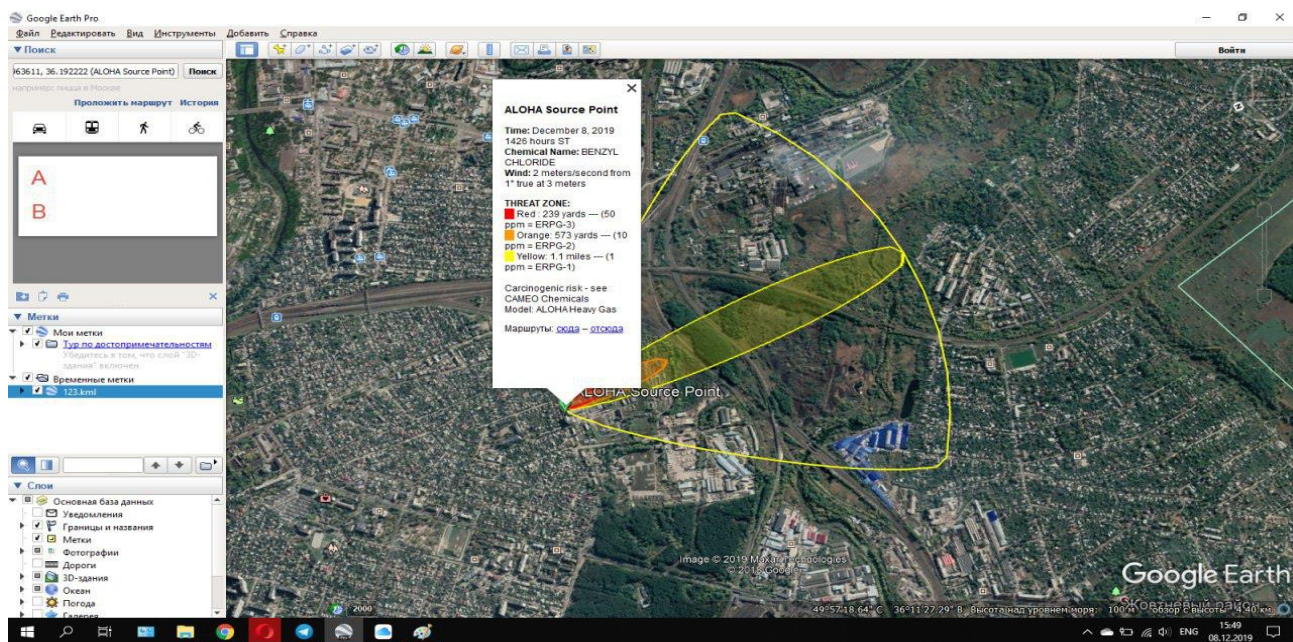


Рис.2.3 Аварійне прогнозування зони зараження за допомогою програми «ALOHA»

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

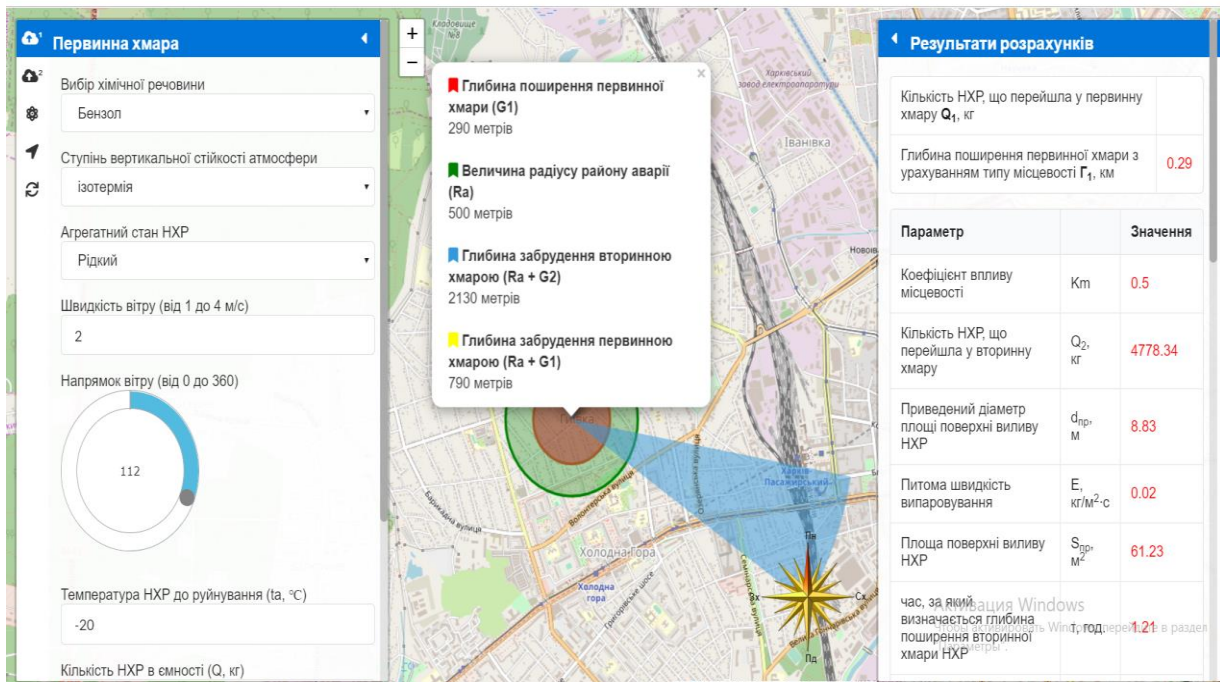


Рис.2.4 Аварійне прогнозування зони зараження за допомогою сайту «DSNS GIS» бензену

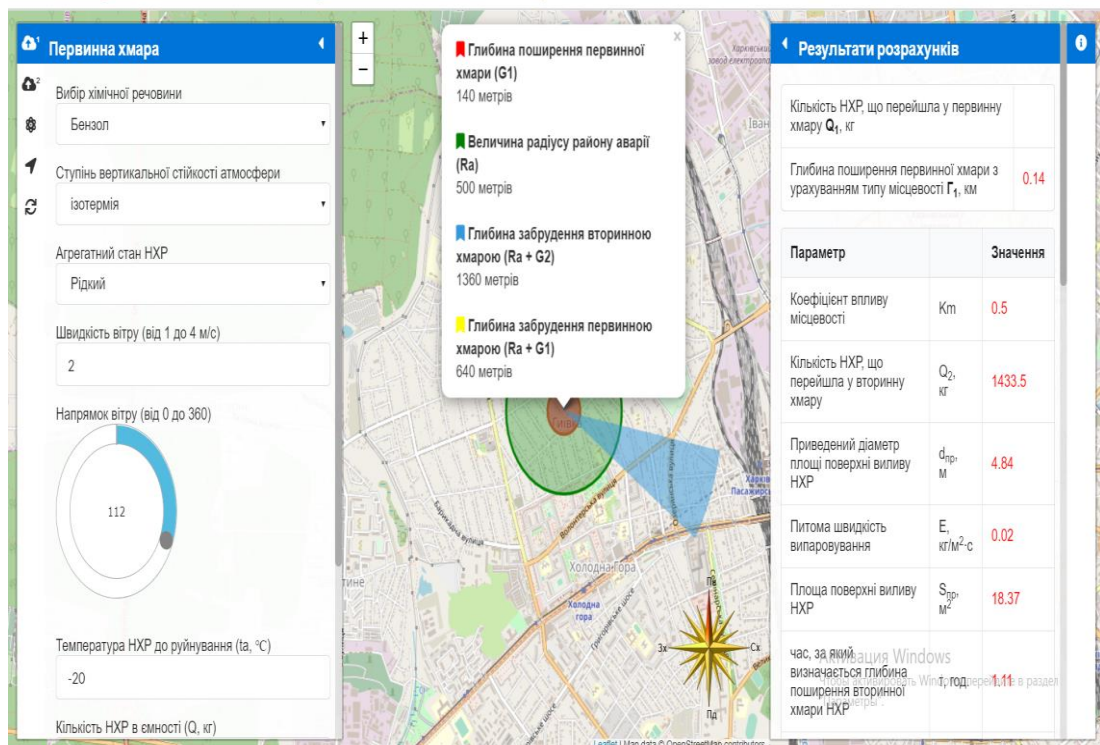


Рис.2.5 Аварійне прогнозування зони зараження за допомогою сайту «DSNS GIS» бензену з урахуванням коефіцієнту випаровування

Лист	№ докум.	Підпис	Дата

**НУЦЗУ.2.18-186. CX та XT. РПЗ-01**



Висновки:

- 1) Визначено основний уражаючий чинник на людину та екосистему - токсичний вплив ХНР.
- 2) Виявлено універсальний метод ізоляції рідких токсичних рідин.
- 3) Проведено аналіз ефективності ізолюючих властивостей швидкотвердіючої піни за допомогою допомогою сайту «DSNS GIS»

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	<i>Лист</i>
	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 3.

# ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ШВИДКОТВЕРДЮЧИХ ПІН З ВИСОКИМИ ІЗОЛЮЮЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

### 3.1 Твердіюча піна. Методи отримання

При виборі ефективного засобу локалізації важливу роль відіграють фактори:

- ізолююча властивість;
- економічні;
- коефіцієнт використання (малі втрати ЛР під час локалізації);
- токсично-екологічні.

Піна - це дисперсна двухфазна система, яка складається з рідкої і газоподібної фази. Зазвичай рідка фаза утворюється водою, а газоподібна є бульбашки повітря, розділені між собою тонкими плівками рідини.

Додавання піноутворювача в воду знижує її поверхневий натяг. Тому при збовтуванні рідини або пропущенні через неї повітря на поверхні утворюється піна. При цьому бульбашки повітря виявляються ув'язненими в рідкі оболонки, які мають менший поверхневий натяг, ніж вода. Оболонки знаходяться в розтягнутому стані, так як тиск повітря в бульбашках піни більше тиску повітря атмосфери.

Піни, як і будь-яку дисперсну систему можна отримати двома групами методів [43]:

**Диспергаційним** - заснованим на дробленні газу на бульбашки при подачі його в розчин піноутворювача. Технологічно диспергування здійснюється:

- при проходженні струменів газу через шари рідини(у барботажних установках, і апаратах з "пінним шаром", застосовуючих для очищення газів, що відходять, в піно- генераторах (деяких типів), що мають сітку, зрошувану піно–утворюючим

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розчином);

- при дії пристроїв, що рухаються, на рідину в атмосфері газу або при дії рідини, що рухається, на перешкоду(у технологічних апаратах при перемішуванні мішалками, струшуванні, збиванні, переливанні розчинів);

- при ежектуванні повітря струменем розчину , що рухається, в деяких піногенераторах, призначених для гасіння.

**Конденсаційним методом**, що заснований на зміні параметрів фізичного стану системи, що призводить до перенасичення розчину газом. До цих методів відноситься отримання пін в результаті хімічних реакцій і мікробіологічних процесів, які супроводжуються виділенням газу.

Твердіюча піна являє собою однорідний матеріал дрібнопористої структури , що має міцний плівковий каркас . Вона практично повітронепроникна, пожежостійка, стійка до впливу агресивних середовищ, має досить високі ізолюючі та адгезійні властивості до металів, гірської породи, дерева.

Тверду піну одержують, наприклад, шляхом механічного змішування водного розчину карбамідо-формальдегідної смоли з піноутворювачем і розчином ортофосфорної кислоти, з подальшим спінюванням суміші стисненим повітрям [44].

Широке застосування мають тверді піни в будівництві. Ними є тепло і звукоізоляційні матеріали (пінобетони, пінопласти, піноскло). Також їх використовують для виготовлення ізолюючих перемичок на шахтах, ізолюючих покриттів, наприклад при ремонтах нафтоналивних резервуарів. На вугільних шахтах Польщі для виготовлення вибухостійких і ізолюючих перемичок, а також для заповнення пустот і закладки, використовують ряд тверднучих пін різних за складом. З їхньою допомогою можливе ефективне управління газовиділенням, що забезпечує перерозподіл газу в межах виїмкової ділянки в часі і просторі.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

Піна такого типу - дуже груба, висококонцентрована дисперсія газу (найчастіше - повітря) у рідині. Бульбашки газу в таких системах мають розміри порядку міліметрів, а в окремих випадках - сантиметрів.

Для утворення твердої піни з рідких компонентів можна використовувати два способи:

- використання розчину, що твердне з часом, в основі якого тиксотропна система, яку переводять в текучий стан шляхом інтенсивного перемішування і далі спінують. Автори робіт [11,14] розробили швидкотвердіючу піну на основі структурованих частинок кремнезему, саме таким методом. Такі тверді піни в якості ізолюючих покриттів для рідких тосчичних рідин є неприйнятими, тому що мають велику густину, а тиксотропна композиція в текучому стані має високу в'язкість;

- отримання суміші що твердне, за допомогою змішування декількох речовин, але перед досягненням стадії затвердіння додають піноутворюючий компонент. Густина таких систем по відношенню до більшості рідин не забезпечує їм плавучість. Тому їх неможливо використовувати для ізоляції токсичних рідин.

Але другий спосіб можна реалізувати так, щоб отримати швидкотвердіючу піну з низькою густиною, а обрати вихідні компоненти з невеликою в'язкістю.

В основі процесу утворення твердих пін для локалізації рідких токсичних рідин ми пропонуємо використовувати процес гелеутворення. ГУС раніше були запропоновані для цілей пожежогасіння твердих горючих матеріалів. Всього було вивчено 35 гелеутворюючих систем [45]. З яких необхідно виділити такі - що будуть забезпечувати міцний каркас для майбутньої швидкотвердіючої піни. Найкращі вогнегасні властивості показали ГУС з гелеутворювача полі силікат натрію ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ) (табл.3. 1).

Таблиця 3.1.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення мінімальних концентрацій каталізаторів гелеутворення ( $\omega_2$ ) з гелеутворювачем полі силікат натрієм ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ) ( $\omega_1$ , що викликають швидке гелеутворення для різних систем

№	Каталізатор гелеутворення	Основний продукт реакції	$\omega_1$ , %	$\omega_2$ , %
1	$\text{CaCl}_2$	$\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$	3	3
2	$\text{MgCl}_2$	$\text{MgO} \cdot n\text{SiO}_2$	5	4
3	$\text{MgSO}_4$	$\text{MgO} \cdot n\text{SiO}_2$	5	4
4	$\text{FeSO}_4$	$\text{FeO} \cdot n\text{SiO}_2$	5	4
5	$\text{FeCl}_3$	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3n\text{SiO}_2$	7	8
6	$\text{AlCl}_3$	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3n\text{SiO}_2$	3,5	3
7	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3n\text{SiO}_2$	4	3
8	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	8	8
9	$\text{NH}_4\text{Br}$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	8	10
10	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	8	12
11	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 +$ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	12	6+6
12	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	12	13
13	$\text{AlBr}_3$	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3n\text{SiO}_2$	3	4
14	$\text{MgCl}_2 + \text{CaCl}_2$	$\text{MgO} \cdot n\text{SiO}_2 +$ $\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$	3,5	3,5
15	$\text{AlCl}_3 + \text{CaCl}_2$	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3n\text{SiO}_2 +$ $\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$	3	3,5
16	$\text{AlCl}_3 + \text{AlBr}_3$	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3n\text{SiO}_2$	3	3,5

У всіх системах в якості гелеутворювача використовується водний розчин полісилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ , рідке скло), який відноситься до III класу небезпеки. Подальші дослідження показали, що в якості каталізаторів гелеутворення можна використовувати солі двох або трьохвалентних металів. В бакалаврській роботі нами було обрано такі такі каталізатори гелеутворення:

- монофосфат калію ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ );
- гідрокарбонат натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Вони викликають швидке гелеутворення за невеликих концентрацій, але подальше їх зменшення призводить до утворення аморфних осадів.

Основними характеристиками швидкотвердіючих пін які обумовлюють їх ефективність використання як засобу ізоляції рідини являються: в'язкість та густина розчинів компонентів ГУС, кислотність компонентів ГУС, час твердіння, ізолюючі властивості, агрегативна стійкість та екологічні характеристики .

Провівши аналіз раніше досліджених гелеутворюючих систем, для подальшого дослідження ефективної, економічної та екологічно безпечної системи, з відповідними характеристиками було обрано систему на основі гелеутворювача розчин полісилікату натрію ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ) та каталізатора гелеутворення неорганічного бінарного з'єднання сульфату амонія  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  .

### 3.2 Визначення густини розчинів компонентів

Між густиною розчину і концентрацією розчиненої речовини існує безпосередня залежність. Отже, для регулювання концентрацій компонентів та приготування робочих розчинів необхідно визначити густину цих компонентів. Для цього був використаний набір ареометрів АОН-1 (рис 3.1), який дозволяє визначати густину з точністю  $\pm 1 \text{ кг/м}^3$ .

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

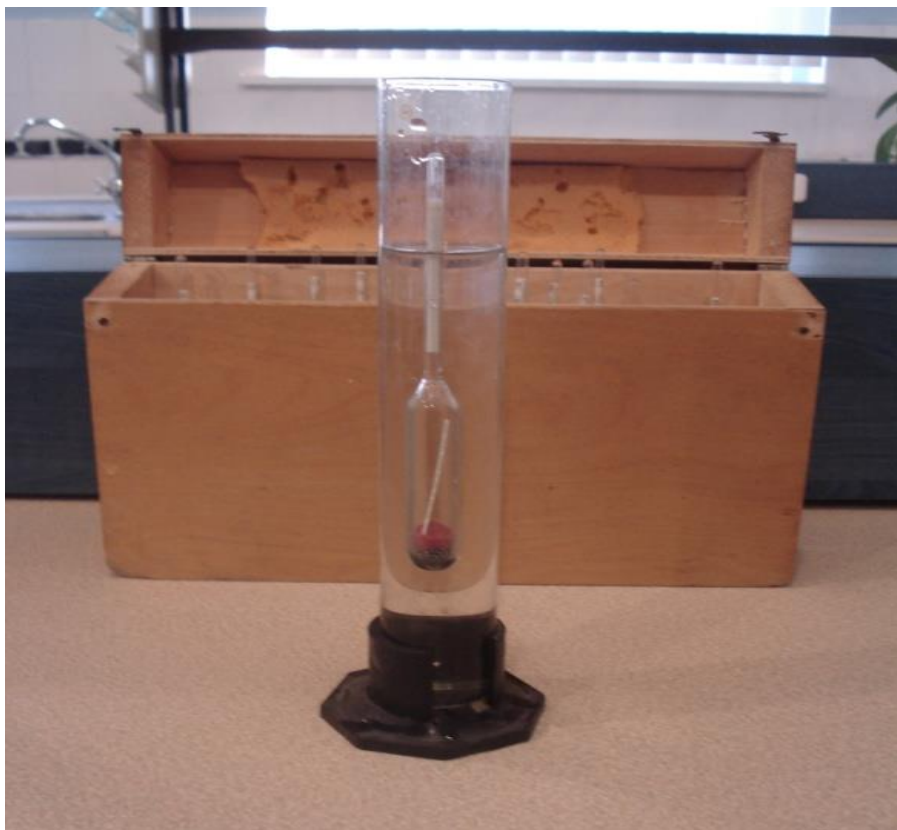


Рис.3.1 Набір ареометрів АОН-1

Компонент, що досліджується, наливають в скляний циліндр. Обережно занурюють в нього по черзі ареометри, підбирають такий з них, при якому рівень рідини знаходиться в межах його шкали. При цьому ареометр не повинен торкатися стінок циліндра (рис.3.2).

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

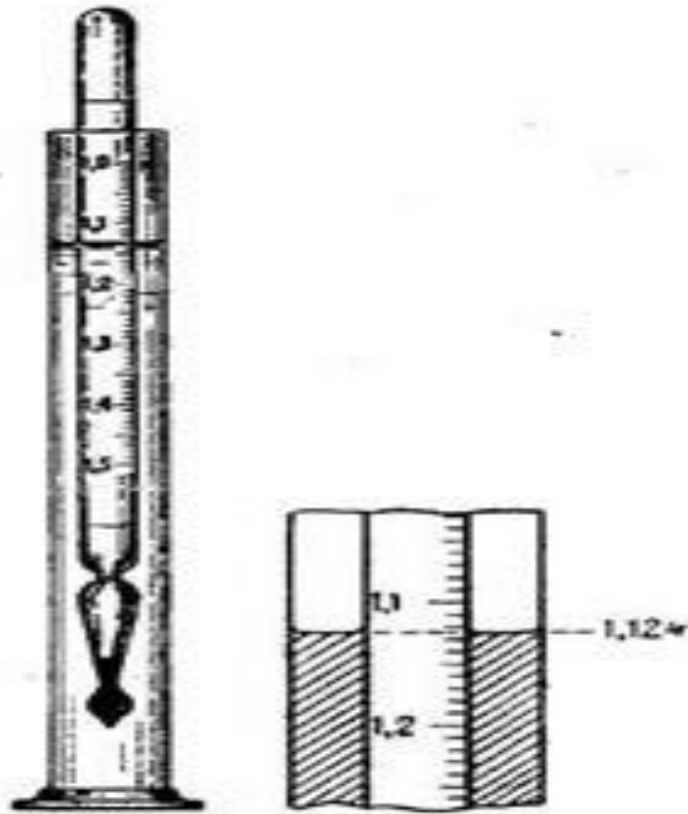


Рис.3.2 Приклад занурення ареометру в розчин

Контрольні значення густини робочих розчинів наступні:

$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 - (1040 \pm 1) \text{ кг/м}^3$ ;

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - (1005 \pm 1) \text{ кг/м}^3$

### 3.3 Визначення в'язкості розчинів компонентів гелеутворюючої системи

В'язкість розчину впливає на подавання ізолюючої речовини та ізолюючі властивості по відношенню до рідких токсичних рідин.

При використанні гідравлічного розпилювання прийнятні результати вдається отримати при значеннях динамічної в'язкості не більше 10 мПа·с (коефіцієнт динамічної в'язкості води при 20°C становить ~ 1 мПа·с). В'язкість

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



рідкого скла, що випускається промисловістю, змінюється в широких межах. В'язкість рідкого натрієвого скла що досліджувалась, в різних партіях продукту становила від 105 до 230 мПа·с. Тому ми використовували розчини рідкого скла.

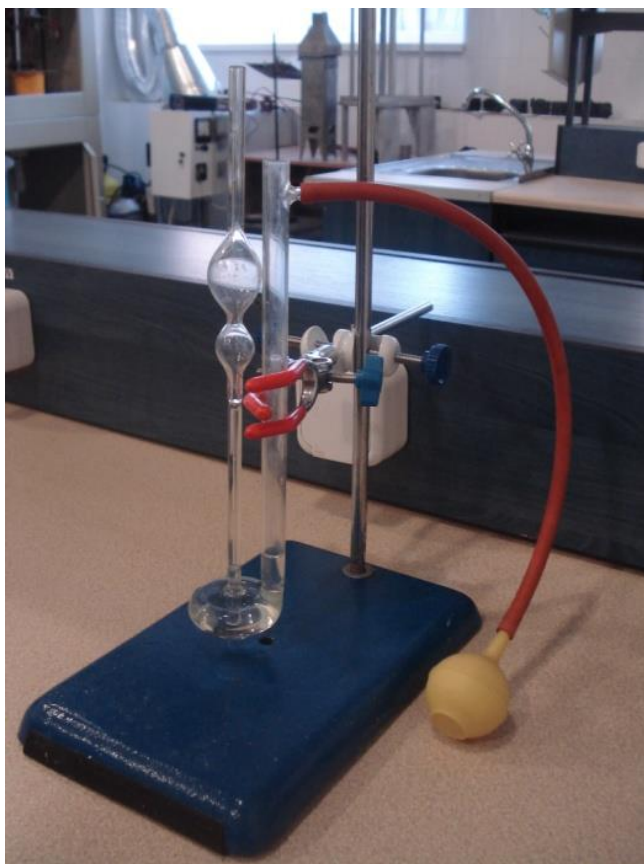


Рис.3.3 Віскозиметр ВПЖ-2

Для визначення максимальних робочих концентрацій були досліджені в'язкості системи рідке скло - вода. Вимірювання в'язкості проводилися на віскозиметрі ВПЖ-2 (рис.3.3). У капілярних віскозиметрах принцип визначення в'язкості ґрунтується на вимірюванні часу протікання заданого об'єму рідини через вузький отвір або трубку, при заданій різниці тисків. Капілярний віскозиметр є достатньо точним і універсальним, з його допомогою вимірюється в'язкість від 10 мк Па·с (гази) до 10 кПа·с.

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

Вимірювання проводились на віскозиметрі з діаметром капіляра 1,43мм при температурі 20 С. Залежність в'язкості розчинів рідкого натрієвого скла від концентрації представлена на рис. 3.4 . Як видно з наведених даних, добавки води різко зменшують в'язкість розчину. При зменшенні концентрації нижче 32% в'язкість розчину знижується до значень 10 мПа·с.

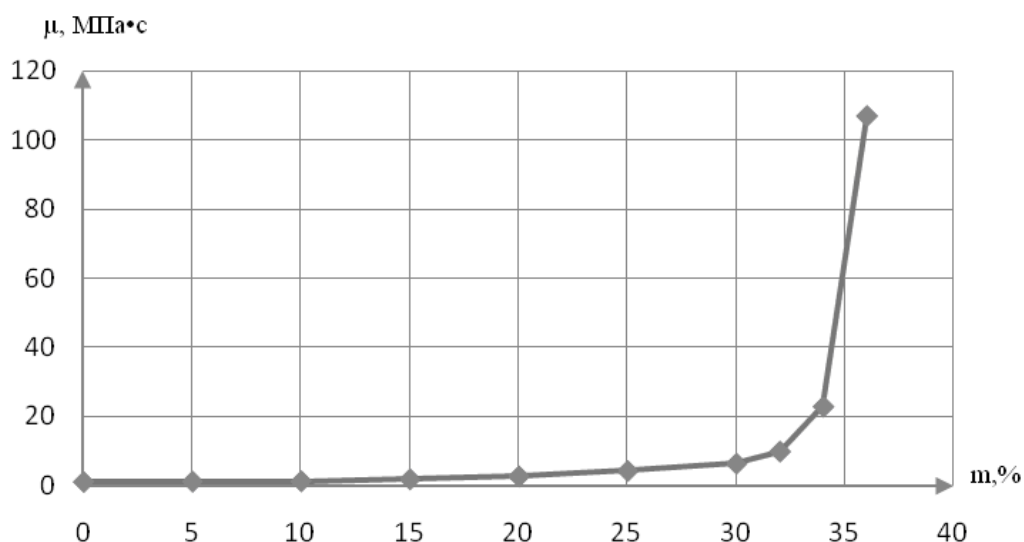


Рис.3.4 Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості (μ) від масового вмісту полісилікату натрію (m)

### 3.4 Утворення робочих розчинів гелеутворювача та каталізатору гелеутворення. Визначення часу твердіння гелеутворюючої системи.

Робочі розчини каталізатору гелеутворення готувались об'ємним методом з насичених розчинів  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  з використанням формули:

$$\omega_1 = \frac{V_1 \cdot \rho_1 \cdot \omega_1^0}{V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2}, \quad (3.1)$$

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

де  $\omega_1$  - масовий вміст речовини у концентраті;

$V_1, V_2$  - об'єм концентрату і води;

$\rho_1, \rho_2$  - густина концентрату і води.

Сульфат амонію є білими, ортогональними кристалами. Добре розчиняється у воді, не утворюючи гідратів. При 0 °С його розчинність складає 70,6 г на 100 г води та 103,8 г при 100 °С.

Для каталізатора гелеутворення  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ , обрані концентрації 7 – 12 % водні розчини з інтервалом 0,5%.

Робочі розчини гелеутворювача готувались об'ємним методом з рідкого скла з концентрацій 3- 6 мас.%. Густина розчинів гелеутворювача та каталізатора гелеутворення визначалися аерометричним методом.

**Визначення часу втрати текучості.** Для визначення часу твердіння необхідно провести змішування компонентів і визначати час за який суміш втрачає текучість. Процедура визначення часу втрати текучості була наступною. Зливали однакові об'єми робочих розчинів (по 5 мл) каталізатора гелеутворення та гелеутворювача і змішували їх протягом 5 с. Після розмішування компонентів спостерігали за поведінкою системи, та візуально фіксували час втрати системою текучості (рис. 3.5). Дослідження проводились при температурі навколишнього середовища  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**



Рис. 3.5 Гелеутворююча система після втрати текучості

Для кожної комбінації концентрацій компонентів ГУС дослід проводився три рази. Залежність концентрації від часу гелеутворення представлена на графіку. Час твердіння доцільно обрати в межах 30-60 с. Залежність часу гелеутворення від концентрації каталізатора гелеутворення для різних концентрацій гелеутворювача показано на рис.3.6 . Межі часу залежать від змішування компонентів, часом піноутворення і часом подавання піни.

Найменша концентрація  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ , яка забезпечує повну втрату текучості складає 3 %. Для такої концентрації гелеутворювача з графіку наведеного на рис область концентрацій каталізатора гелеутврення  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , яка забезпечує час втрати текучості в межах 30 – 60 с. становить 7,5 – 9,2.

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

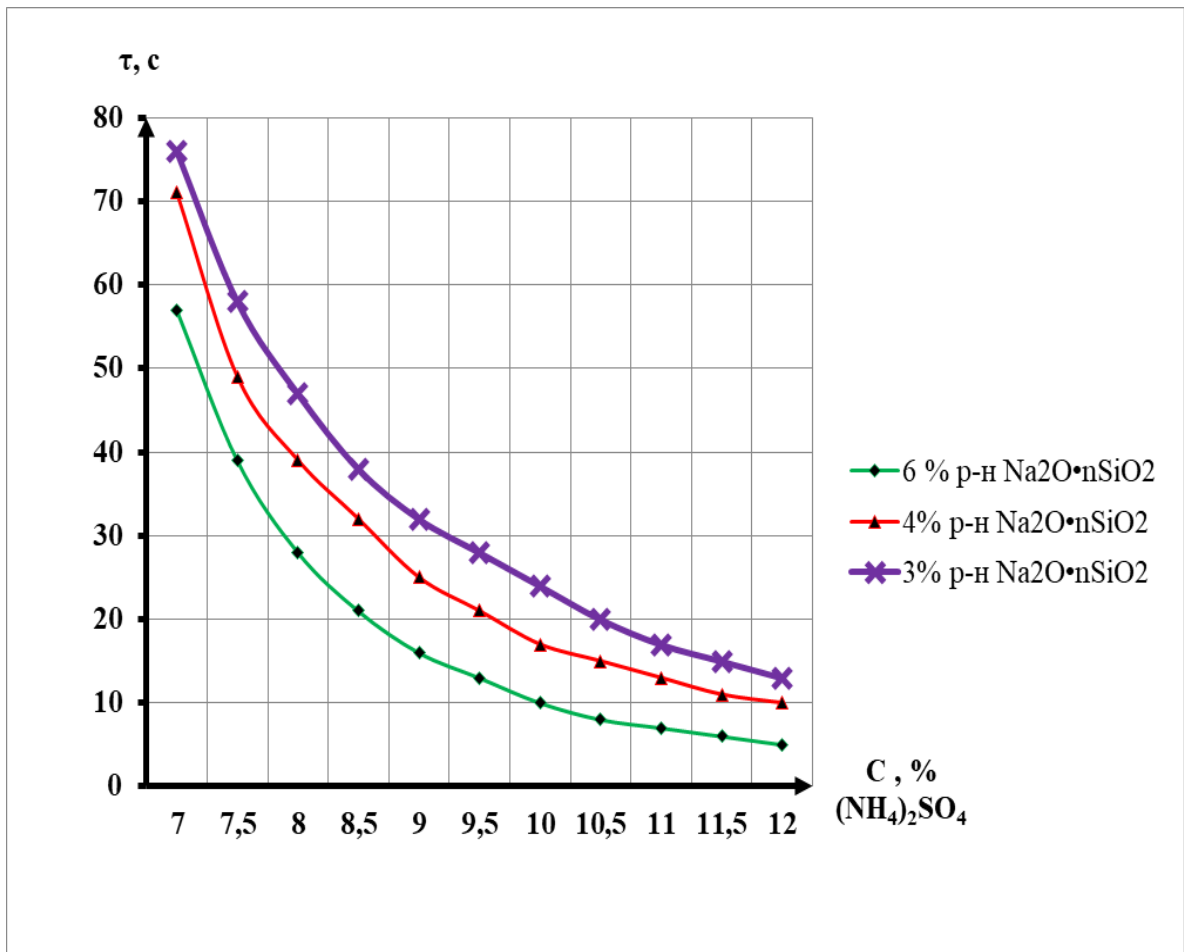


Рис. 3.6 Залежність часу гелеутворення ( $\tau, c$ ) від концентрації каталізатора гелеуворення  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$  для різних концентрацій гелеутворювача.

### 3.5 Одержання піни зі швидкотвердіючих складів

Час твердіння пін визначався таким самим методом як і час гелеутворення за винятком того, що після змішування компонентів ГУС (с додаванням 6% піноутворювача «Тридол») проводили інтенсивне струшування (10 с) і піну протягом 5 с виливали на горизонтальну поверхню. Далі візуально визначали час втрати текучості піни (рис. 3.7) .

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					



Рис. 3.8 Швидкотвердіюча піна  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 - 3 \% + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - 7.5 \%$

Однією з важливих характеристик локалізуючого засобу є агрегативна стійкість. Агрегативна стійкість – це здатність частинок дисперсної фази зберігати ступінь дисперсності незмінним. Вона пов'язана з надлишком вільної поверхневої енергії, яка визначається некомпенсованістю молекулярної взаємодії на межі поділу фаз. При відносно великих відстанях між частинками, поверхневі сили діють відокремлено і в дисперсійній системі є тиск. При зближенні частинок утворюється тонкий шар між ними, тобто відбувається перекривання двох суміжних фазових ділянок і у шарі рідини виникає додатковий тиск порівняно з тиском об'ємної фази (розклинювальний тиск, Б.В. Дерягін). Це другий фактор, який визначає агрегативну стійкість дисперсних систем. Агрегативно стійкі (ліофобні) дисперсні системи не утворюють агрегатів і не злипаються при зіткненні частинок дисперсної фази. При порушенні агрегативної стійкості утворюються агрегати, які в подальшому випадають в осад [46,47].

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

Визначили, що агрегативна стійкість швидкотвердіючої піни складу  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  становить 24 години (рис 3.8) .



Рис. 3.8 Ілюстрація швидкотвердіючої піни  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 - 3\% + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - 7.5\%$ , через 24 години у вертикальному положенні

**3.6 Ізольюючі властивості системи на основі гелеутворювача розчину полісилікату натрія ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ ) та каталізатора гелеутворення неорганічного бінарного з'єднання сульфату амонія  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$**

Головною метою нашого дослідження є отримання ефективного локалізуючого засобу рідких токсичних речовин, в основі якого лежить висока ізольююча здатність.

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

*НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01*

Для оцінки ізолюючих властивостей отриманої швидкотвердіючої піни по відношенню до рідких токсичних речовин був розроблений експрес-метод. В якості рідини було обрано бензен (безбарвна, летка, вогнєнебезпечна рідина з характерним запахом. У воді практично не розчиняється. Горить дуже кіптявим полум'ям. Пара бензолу з повітрям утворює вибухову суміш. Рідкий бензол і пара бензолу отруйні. За звичайних умов більшість ароматичних вуглеводнів також являють собою безбарвні рідини, нерозчинні у воді, з характерним запахом).

На першому етапі дослідження було вивчено швидкість випаровування рідин з вільної поверхні. В ємність налили 365 мл. бензену Після цього гравіметричним методом проводилось визначення втрати маси за 20 хвилин. Визначення зміни маси здійснювалось за допомогою електронних ваг ТНВ.600, які забезпечують точність вимірювання  $\pm 0,01$  г. Вимірювання проводилися за температури  $(20 \pm 1,5)^\circ\text{C}$ .

Відповідні середні значення маси рідини, що випарувалася ( $\Delta m$ ), було отримано за результатами трьох паралельних дослідів. Результати даного дослідження та наступного (з нанесенням шару твердої піни) наведені в табл. 3.2, за характеристиками:

- розчинність рідин у воді; маса рідини, що випарувалась з вільної поверхні ( $\Delta m_1$ );
- маса рідини, що випарувалась через шар твердої піни 3 см ( $\Delta m_2$ );
- маса рідини, що випарувалась через шар твердої піни 6 см ( $\Delta m_3$ );
- коефіцієнт уповільнення випаровування (К).

Таблиця 3.2

Результати дослідження швидкотвердіючої піни на ізолюючу здатність

Рідина	Розчинність у воді, %мас	$\Delta m_1(\text{г})$	$\Delta m_2(\text{г})$	$\Delta m_3(\text{г})$	К	
					для $\Delta m_2$	для $\Delta m_3$



Бензол	0,05 % 25 °C	при	3.03	0.90	0.67	3.4	4.5
--------	-----------------	-----	------	------	------	-----	-----

На підставі проведених досліджень та розрахованих мас рідини, що випаровувалась можемо визначити коефіцієнт уповільнення випарування, за формулою:

$$K = \Delta m 1 / \Delta m 2 (\Delta m 3) \quad (3.2)$$

Аналіз наведених експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що локалізуючий засіб на основі  $Na_2O \cdot 2,5SiO_2 + (NH_4)_2SO_4$  має високі ізолюючі властивості. Потовщення шару твердої піни також впливає на уповільнення випарування.

Висновки:

- 1) Підібрано ГУС на основі  $Na_2O \cdot 2,5SiO_2 + (NH_4)_2SO_4$ .
- 2) Проаналізовано технології одержання твердих пін та обрано метод страхування.
- 3) Зафіксовано залежність часу втрати текучості від концентрації компонентів системи  $Na_2O \cdot 2,5SiO_2 + (NH_4)_2SO_4$ .
- 4) Отримано швидкотвердіючу піну з високими ізолюючими властивостями.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4.

### СУЧАСНІ СПОСОБИ ПОДАЧІ ШВИДКОТВЕРДЮЧОЇ ПІНИ

1) Автономний пожежний модуль (рис 4.1), розроблений ТОВ НВО«СОПОТ». Спеціально для подачі твердої піни розроблені нові і модернізовані існуючі технічні засоби з продуктивністю від 1 до 100 л / с.

Разом з установкою УКГП «Пурга-30 ТП» і ранцевим пристроєм пожежогасіння РПП «Пурга-БТП» (рис 4.2) його можна змонтувати на будь-які транспортні засоби, в тому числі гусеничні пожежні машини (ГПМ) на базі МТ-ЛБХ, МТ-лобі, ПТС, ПТС -2 і ін. Модуль призначений для доставки до місця пожежі розпорошеної води або повітряно-механічної піни низької та середньої кратності, швидкотвердіючої піни, пожежного обладнання, інструменту до малоповерхових будівель сільських населених пунктах, лісових та інших ландшафтних пожеж, а також створення загороджувальних смуг в лісі.



Рис. 4.1 Автономний пожежний модуль

					Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

АПМ подає повітряно-механічну піну установками УКГП «Пурга» різних модифікацій і виконань з витратами водного розчину від 2 до 40 л / с і продуктивністю по піні середньої кратності від 3 600 до: 72 000 л / хв.

АПМ з УКГП «Пурга» може забезпечувати паркан і подачу води або піни як з установкою на джерело протипожежного водопостачання, так і без установки, в тому числі «на ходу».

Автономна робота стаціонарної мотопомпи дозволяє подавати вогнегасний засіб «на ходу» (в русі) ГПМ на відстань 700 ÷ 1000 м від місця розташування джерела води.

Підключення модуля до зовнішнього водопроводу в поєднанні з великим запасом піноутворювача забезпечить ліквідацію пожеж на великих площах за нормативний час гасіння.



Рис. 4. 2 Установка комбінованого гасіння пожеж «Пурга-30 ТП»

АПМ також може забезпечувати подачу водних розчинів змочувачів, хімічних реагентів або швидкотвердіючої піни з метою створення загороджувальних смуг під час пожежі в лісі для запобігання поширенню вогнища загоряння.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

У червні 2018 року ТОВ «НВО» СОПОТ »спільно з «ІЗГТ» (Іркутський Завод Гусеничної Техніки) випробували 2 пожежні машини на базі МТ-ЛБХ з представленим вище автономним пожежним модулем. Також були проведені випробування, в тому числі натурні вогневі.

В ході випробувань з лафетного ствола УКГП «Пурга-30 ТП» подавали воду, повітряно-механічну піну середньої кратності на основі синтетичного вуглеводневого піноутворювача і швидкотвердіючу піну на основі структурованих частинок кремнезему. Для подачі останньої також використовували ранцеві пристрій пожежогасіння РПП «Пурга-БТП».

## 2) Автомобіль твердопінного гасіння (АТПТ).

Автомобіль твердопінного гасіння призначений для доставки до місця пожежі особового складу, ПТВ, вогнегасних речовин і подачі їх на гасіння пожеж класів А і В: швидкотвердіючої піною низької кратності, водою, повітряно-механічною піною низької і середньої кратності (рис 4.3).

Стационарний лафетний ствол УКГП «Пурга-40» має систему дистанційного керування по радіоканалу. Крім штатного ПТВ, в комплект входить мобільна установка УКГП «Пурга-30».

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4. 3 Автомобіль твердопінного гасіння

Назначення:

1. Гасіння пожеж класу "А" швидкотвердіючої піною.

1.1. Гасіння відкритих пожеж класу "А", подачею швидкотвердіючої піни з відстані до 45 м, наприклад, лісових пожеж, штабелів боєприпасів, будівель V ступеня вогнестійкості і т.п ( рис. 4.4).

1.2. Локалізація лісової пожежі шляхом створення загороджувальних смуг, нанесенням на крони дерев, деревостани, лісову підстилку швидкотвердіючої піни.

1.3. Нанесення швидкотвердіючої піни на стіни та покрівлю будинків IV і V ступеня вогнестійкості з метою захисту їх від переходу вогню лісової пожежі.

2. Гасіння пожеж класу "А" водою.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Самостійна робота з гасіння без установки АТПТ на джерело протипожежного водопостачання подачею води за допомогою стаціонарного стола УКГП «Пурга-40» або мобільного «Пурга-30» і ручних стовбурів.

2.2. Самостійна робота з гасіння з установкою АТПТ на пожежні водойми подачею води за допомогою стаціонарного лафетного ствола УКГП «Пурга-40» або мобільного установки УКГП «Пурга-30» і ручних стволів з сумарним витратою 50 л / с.

2.3. Спільна робота з основними пожежними автомобілями МНС РФ, Міноборони і технікою лісопожежної охорони (робота в перекачку, підвезення води, заправка ранцевих вогнегасників тощо).

3. Гасіння пожеж класу "В" повітряно-механічною піною середньої кратності.

3.1. Без установки на вододжерела подачею 1200 л / с піни (1,2 м3) за допомогою стаціонарної УКГП «Пурга-40».

1.2. З установкою на вододжерело подачею 1500 л / с піни (1, 5 м3 / с) за допомогою стаціонарної УКГП «Пурга-40» або мобільного УКГП «Пурга-40» і ручних стовбурів УКГП «Пурга-5» ( "Пурга-7" ).

### 3) Пересувний пожежний модуль з УКГП "Пурга".

Пересувний пожежний модуль (ППМ) з УКГП "Пурга" призначений для проведення робіт з локалізації та ліквідації пожеж на об'єктах сільській місцевості, лісах і сільських угіддях(рис. 4.4).

За допомогою цього пристрою можна також забезпечувати створення опорної або загороджувальної смуги для пуску зустрічного вогню, використовуючи розчини хімікатів або повітряно-механічної піни. Крім того, пристрій може застосовуватися для хімічного захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів з використанням препаратів-пестицидів в формі розчинів і емульсій.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4.4 Пересувний пожежний модуль (ППМ) з УКГП "Пурга"

*Комплектація:*

- Квадроцикл.
- Причіп.
- Мотопомпа.
- Лафетний пожежний ствол з ежектуючим пристроєм.
- Ранцева установка пожежогасіння (РПП) "Пурга-2" - 2 шт.

До складу ППМ "Пурга" входить ємність для води об'ємом 0,8-1 м<sup>3</sup>, ємності для піноутворювача об'ємом до 200 літрів, насосний агрегат, продуктивністю 1800 л / хв., лафетний стаціонарний стовбур УКГП "Пурга" з перекривним пристроєм, що дозволяє забезпечити продуктивність подачі води та водного розчину піноутворювача 2, 4, 8 або 12 л / с, при цьому може бути забезпечена роздільна

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

подача піни низької або середньої кратності, а також комбінована подача пін низької або середньої кратності.

УКГП "Пурга-2" має перекиривний пристрій і рукоятку для зручності використання при гасінні пожежі.

4) Автономний пожежний модуль контейнерного типу з УКГП "Ураган-100" (АПМКТ з УКГП "Пурга-100") для залізничної платформи з дизельно-насосною станцією (рис 4.5).

АПМКТ з УКГП "Пурга-100" оснащується залізнична платформа в складі пожежного поїзда, призначеного для:

- гасіння пожеж;
- проведення аварійно-рятувальних робіт в ж / д рухомому складі та на стаціонарних об'єктах ж / д транспорту;



Рис. 4.5 АПМКТ з УКГП "Пурга-100"

						Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01



- участі в ліквідації наслідків аварійних ситуацій з ж / д рухомим складом, що перевозять небезпечні вантажі III-IV класів небезпеки, в межах тактико-технічних можливостей;
- проведення аварійно-рятувальних робіт в зонах надзвичайних ситуацій природного і технічного характеру .

5) Пристрій для гасіння пожеж швидкоотвердіючою піною з повітря.

Винахід відноситься до протипожежної техніки гасіння великомасштабних лісових, торф'яних, ґрунтових, степових, промислових і аварійно-транспортних пожеж і створення загороджувальних смуг при локалізації верхових і низових лісових, ґрунтових, торф'яних, степових, промислових, аварійно-транспортних та інших великомасштабних пожеж .

Пристрій для гасіння пожеж (рис. 4.6) лісових масивів і промислових об'єктів швидкоотвердіючої піною містить:

- Ємності розташовані на рамі із засобами кріплення до тросової підвіски до гелікоптеру ;
- ємності компонентів вогнегасної речовини;
- засоби змішування і спінювання компонентів вогнегасної речовини з отриманням спіненої вогнегасної речовини;
- засоби подачі компонентів вогнегасної речовини з ємностей компонентів в засоби змішування і спінювання суміші компонентів.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

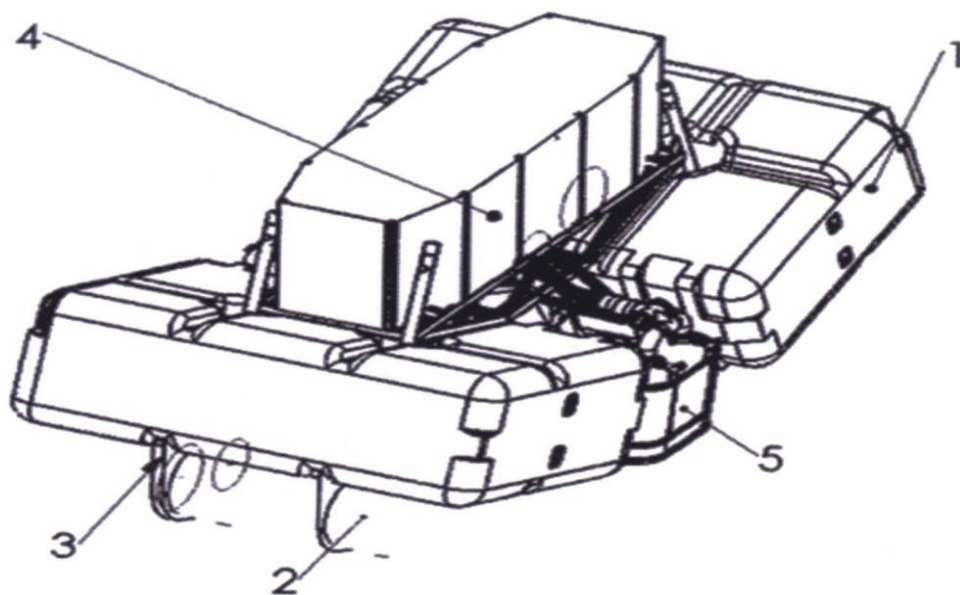


Рис. 4.6 Пристрій для гасіння пожеж швидкотвердіючою піною з повітря.

Ємності 1 розміщені компоненти вогнегасної речовини, що розміщені на рамі 2 із засобами її кріплення 3 до тросової підвіски гелікоптеру, мотонасосний агрегат 4 і ежекційні змішувачі-піногенератори 5.

Принцип роботи пристрою і реалізації способу полягає в наступному.

За допомогою створюваного мотонасосним або мотокомпресорним агрегатом робочому тиску до 0,5-0,8 МПа компонент А через випускную трубу, який потрапляє в ежекторні змішувачі піногенератори, куди також надходить компонент Б.

У ежекторних змішувачах піногенераторах компоненти вогнегасної речовини змішуються, вспінуються ежектуючим атмосферним повітрям і у вигляді струменів швидкотвердіючої піни спіненого кремнезему викидаються вниз і тверднуть на вогнищі спалаху або на загороджувальній смузі.

Пристрій піднімали на висоту 10-12 м, в цей час підпалювали штабеля з пиломатеріалів (рис 4.7). Після початку подачі вогнегасної речовини пристрій

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

переміщався в зону загоряння і загасив його протягом 3-5 с. Загальний час викиду склав 40 секунд, що відповідає продуктивності установки 55-60 л / с.



Рис. 4.7 Пристрій для гасіння пожеж швидкотвердіючою піною під час випробування

Після закінчення випробувань встановлено, що на всіх поверхнях утворився шар швидкотвердіючої піни, яка має гарну адгезію, в деяких місцях майданчика шар швидкотвердіючої піни досягав 10-15 см.

Через добу після проведення випробувань виявлено, що по всій ділянці полігону утворився не зруйнований шар швидкотвердіючої піни, товщиною 10-15 см.

З урахуванням кратності піни, яка дорівнює 3-3,5, а також шару швидкотвердіючої піни на поверхні 1,5-2 мм, очікувана площа обробки поверхні

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

складе більше 3000 м<sup>2</sup>. При ширині загороджувальної смуги 6-8 метрів довжина загороджувальної смуги складе близько 500 м.

Висновки:

1. Існуючі методи для подачі швидкотвердіючої піни базуються на ранцевому пристрої пожежогасіння РПП «Пурга-БТП».
2. Розроблено автомобіль твердопінного гасіння (АТПТ) та пристрій для гасіння пожеж швидкотвердіючою піною з повітря.

					<i>ЛУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</i>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 5.**  
**ОХОРОНА ПРАЦІ**

**5.1 Вимоги з охорони праці при роботі в лабораторних приміщеннях вищих навчальних закладів ДСНС України**

Робота в лабораторних приміщеннях вищих навчальних закладів ДСНС України повинна відповідати таким вимогам [48]:

1. До роботи у лабораторіях допускаються особи:

- які можуть працювати у лабораторних приміщеннях за станом здоров'я;
- які ознайомлені з Правилами технічної експлуатації електричних установок споживачів, Правилами безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, Правилами пожежної безпеки в Україні та цими Правилами;
- які пройшли інструктаж з безпечних методів роботи з установками лабораторій, про що має бути відповідний запис у журналі;
- які ознайомлені з чинними Правилами безпеки в газовому господарстві;
- які ознайомлені з «Основними правилами безпеки праці у хімічних лабораторіях».

2. Головними небезпечними виробничими факторами при проведенні дослідних робіт у лабораторіях є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- небезпека отруєння токсичними продуктами;
- небезпека контакту з нагрітими до високих температур елементами обладнання та приладами;
- небезпека травмування колючими та ріжучими інструментами, що застосовуються при підготовці зразків, і уламками скла при руйнуванні приладів і обладнання, що досліджуються.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Під час виконання дослідних робіт має бути вжито заходів перестороги, щоб уникнути впливу небезпечних факторів. На робочому місці мають знаходитись тільки необхідні для виконання роботи прилади і обладнання, а також засоби індивідуального захисту.

4. Робоче місце лаборанта має відповідати вимогам електробезпеки і санітарно-гігієнічним вимогам [49,50].

5. Лабораторія має бути забезпечена первинними засобами пожежогасіння: вуглекислотним чи порошковим вогнегасником, ковдрою з негорючого матеріалу (кошмою).

6. Оператор лабораторії має бути забезпечений такими засобами індивідуального захисту: халат бавовняний, темний костюм бавовняний, захисний фартух, протигаз з набором коробок марок А, КД, БКФ, захисні гумові рукавиці. Забороняється використання засобів захисту, які мають пошкодження або термін використання їх закінчився.

7. У лабораторії має бути аптечка з медикаментами, необхідними для надання первинної допомоги та інструкціями щодо їх застосування. Працівники лабораторії мають вміти надавати первинну допомогу при отриманні найбільш імовірних травм і пошкоджень під час проведення дослідних робіт.

8. Забороняється виконувати в лабораторії будь-які роботи, що не пов'язані безпосередньо з виконанням покладених завдань.

9. При виникненні пошкоджень обладнання необхідно припинити роботу, вимкнути живлення і вжити заходів щодо їх усунення.

Заходи безпеки праці при підготовці до роботи:

1. Перед початком роботи в лабораторії має бути перевірено:

- справність і готовність до роботи приладів і установок;
- наявність заземлення і надійність з'єднання проводів зовнішнім оглядом і легким посмикуванням;

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- наявність і справність засобів індивідуального захисту, пожежогасіння, а також комплектність аптечки;
- відсутність короткозамкнених з'єднань на зовнішніх струмозійомних клеммах обладнання;
- розташування ручок регуляторів напруги електроприладів (вони повинні бути у вимкненому положенні).

2. Забороняється:

- розпочинати і проводити роботи в лабораторії з використанням обладнання або реактивів одному;
- розпочинати роботу, не ознайомившись із властивостями речовин і матеріалів, з якими доведеться працювати, а також у тому разі, коли етапи роботи викликають сумнів;
- розташовувати поблизу робочого місця частини обладнання, що проводять електричний струм, перебувають під напругою і до яких можливий випадковий дотик.

Заходи безпеки праці при проведенні дослідних робіт у хімічних та фізичних лабораторіях:

1. Усі прилади повинні бути забезпечені методиками проведення досліджень та інструкціями з безпеки праці до них. Дослідні роботи слід виконувати згідно зі стандартами та встановленими методиками проведення досліджень.
2. При зберіганні хімічних реактивів та їх розчинів необхідно дотримуватись правил сумісного зберігання речовин і матеріалів. Забороняється сумісне зберігання речовин, які реагують одна з одною. Ємкості з реактивами і хімічними речовинами, що зберігаються в лабораторії (ділянці), повинні мати етикетки з розбірливими написами, де вказані назва сполуки і хімічна формула. Забороняється виправляти написи на етикетках, наклеювати нові етикетки, не знявши старі, наносити на тару написи, що легко змиваються.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Забороняється користуватися реактивами без етикеток. У цих випадках необхідно за допомогою аналізу встановити, яка речовина міститься в тарі, чи негайно знищити її.

Речовини і матеріали необхідно приймати до випробувань тільки з паспортами і етикетками на упаковці, які мають вміщувати дані, необхідні для вхідного контролю.

4. У лабораторії на видному, легкодоступному місці мають знаходитись розчини, що нейтралізують дію хімічних речовин на людину, а саме:

1%-ний розчин борної кислоти та 1%-ний розчин питної соди, використання яких регламентується інструкцією з безпеки праці у лабораторіях.

5. З отруйними, подразнюючими органи дихання і сильно пахучими речовинами необхідно працювати у витяжній шафі при увімкненій вентиляції, у гумових рукавицях, а у деяких випадках - у протигазі.

6. Забороняється зливати до каналізації залишки кислот і лужних речовин, вогнебезпечних, отруйних і сильно пахучих рідин. Порядок їх утилізації встановлюється місцевими інструкціями, що розміщуються на робочих місцях.

Заходи безпеки праці при проведенні дослідних робіт у електротехнічній лабораторії

Працюючи у лабораторії, необхідно:

- дослідні роботи виконувати згідно зі стандартами та встановленими методиками проведення досліджень;
- з'єднання приладів і обладнання, роботи з регулювання і ремонту приладів виконувати при знятих робочих напругах і залишкових зарядах;
- перевірити відсутність напруги на ділянці роботи показником напруги заводського виготовлення, справність якого перед застосуванням перевірена згідно з інструкцією;
- працювати, стоячи на діелектричному килимку;

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



- застосовувати інструменти з ізольованими ручками (у викрутці, окрім того, має бути ізольовано і стержень), за умови відсутності такого інструменту користуватись діелектричними рукавицями;
- знати місцезнаходження рубильника аварійного вимкнення напруги. Персоналу, який виконує дослідження, забороняється залишати робоче місце до кінця дослідження.

Заходи безпеки праці після закінчення роботи

- вимкнути усі прилади з електромережі;
- з приладів і обладнання видалити залишки речовин і реактивів;
- привести у порядок робоче місце, захисний одяг і засоби індивідуального захисту;
- через 20 хв після закінчення досліду вимкнути витяжну вентиляцію.

**5.2 Загальні відомості проведення дослідження на властивості швидкотвердіючих пін в хімічній лабораторії НУЦЗУ**

Бензен – ароматичний вуглеводень, легколетюча, горюча речовина. Насичення його парами повітря, особливо в закритих приміщеннях, в апаратах і т.д., легко може призвести до утворення вибухобезпечної суміші газів. Щільність парів бензолу вища ніж повітря, в результаті цього в разі витоку пари бензолу будуть заповнювати нижні частини виробничих приміщень, де можуть утворюватися пожежонебезпечні концентрації. При роботі в приміщеннях, де можливо утворення газових сумішей, використовують інструменти з мідним покриттям, при випадковому падінні яких не утворюється іскра. Електроосвітлення та електроустаткування в приміщеннях, де працюють з ароматичними вуглеводнями, повинні бути виконані за вибухобезпечними нормами.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Досліди проводилися в лабораторії оснащених всім необхідним. Приміщення лабораторії по вибухопожежній та пожежній небезпеці відноситься до категорії В. Ступінь вогнестійкості лабораторії – III. Клас зон – П-II, П-IIIa. Приміщення лабораторії за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, так як є можливість одночасного доторкання до металоконструкцій, що мають з'єднання з землею, з технологічним апаратом і т. д., з одного боку, та до неметалічного корпусу електрообладнання, з другого боку [51,52,53,54].

Працювати з бенzenом необхідно під тягою і обов'язково захистити шкіру перчатками. У приміщенні лабораторії передбачене застосування природної і штучної вентиляції – загальнообмінна приточно-витяжна і місцева витяжна вентиляція. У якості місцевої витяжної вентиляції передбачені витяжні шафи.

### 5.3 Санітарно-гігієнічні характеристики бензену

Бензен має такі санітарно-гігієнічні характеристики:

реєстраційний номер за CAS: 71-43-2; клас небезпеки у повітрі робочої зони – 2; ПДКм.р. / С.С. в повітрі робочої зони, мг / м<sup>3</sup>- 15/5 ; код речовини, забруднюючої атмосферне повітря – 0602; клас небезпеки в атмосферному повітрі- 2; ПДКм.р. / С.С. в атмосферному повітрі, мг / м - 0,300 / 0,100 .

Вплив на людей: високо небезпечний. Канцероген; має мутагенну дію. Викликає роздратування шкіри. При високих концентраціях має наркотичну дію. Хронічне отруєння може призвести до профзахворювань: токсичний гепатит, токсична анемія, токсичне ураження нервової системи; поліневропатія, неврозоподібні стани, енцефалопатію, гострі та хронічні лейкози.

Заходи першої допомоги потерпілим від впливу речовини: у важких випадках при різкому ослабленні або повної зупинки дихання - негайно починати

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

штучне дихання. Внутрішньовенно - етимізол та ін. Терміново госпіталізувати хворого, не припиняючи штучного дихання.

Запобіжні заходи: застосовувати герметичні апарати, обладнання і транспортні засоби. Приміщення повинні бути забезпечені припливно-витяжною вентиляцією, а обладнання - місцевими відсмоктувачами. У приміщеннях забороняється застосування відкритого вогню, а також використання інструментів, що дають при ударі іскру. Електрообладнання і штучне освітлення повинні бути виконані у вибухобезпечному виконанні. Захист від статичної електрики.

Методи перекладу речовини в нешкідливий стан: розлитий продукт засипати піском, зібрати в герметичну тару, віднести в спеціальне відведене місце для подальшого знищення в установленому порядку. При великих розливах змивати водою в дренажну ємність або хімічний стік.

#### **5.4 Пожежовибухонебезпека бензену**

Бензол має такі характеристики:

- група горючості - легкозаймиста рідина (ЛЗР) ;
- температура спалаху, ° С - мінус 11;
- температура самозаймання, ° С – 560;
- концентраційні межі поширення полум'я,% (об.) - 1,43-8,0;
- температурні межі поширення полум'я ° С:
  - нижній мінус 15;
  - верхній плюс 13 ;
- мінімальна енергія запалювання при 25 ° С, мДж - 0,22 ;
- нормальна швидкість поширення полум'я при 25 ° С, м / с - 0,478;
- мінімальна вибухонебезпечне вміст кисню% (об.):
  - при розведенні азотом - 11,5 ;

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- при розведенні діоксидом вуглецю - 14,4 ;
- максимальний тиск вибуху, кПа – 880;
- швидкість наростання тиску вибуху МПа / с - 15,8;
- мінімальна флегматизуюча концентрація флегматизатора,% (об.):
  - діоксиду вуглецю – 31;
  - азоту - 45;
- швидкість вигорання кг / м<sup>2</sup>с - 0,112;
- безпечна експериментальна максимальна щілина, мм - 0,99;
- група вибухонебезпечної суміші – Т1;
- категорія вибухонебезпечності суміші – II А ;
- засоби пожежогасіння: повітряно-механічна піна, порошки [8].

### 5.5 Зберігання піноутворювача

Улаштування та обладнання складів піноутворювача і порошку має відповідати діючим правилам пожежної безпеки, ПУЭ, нормам та вимогам інших чинних нормативних актів і забезпечувати тривале зберігання піноутворювача і порошку. Надійне зберігання піноутворювача досягається лише за дотримання певних вимог [48]:

1. Склади піноутворювача будуються заглибленими і утепленими (з температурою від +50 С до +300 С). Приміщення обладнуються припливно-витяжною вентиляцією і освітленням, які відповідають вимогам ПУЭ.
2. Ємкості з піноутворювачами, які перебувають на території пожежного депо, повинні мати запірну арматуру і огороження, які виключають доступ до них сторонніх осіб.
3. Під час роботи, що пов'язана з розвантаженням піноутворювачів, промиванням апаратури та тари, слід виключити можливість потрапляння розчину на шкірні

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

покрови, слизові оболонки очей та в кишково-шлунковий тракт. Обслуговуючий персонал при цьому повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту водонепроникним спецодягом, гумовими чобітьми, прогумованими рукавицями, захисними окулярами та щитками. Для захисту рук слід користуватись захисними кремами типу "Силіконовий" або "Ланоліновий". В разі потрапляння продукту в очі або на шкіру його треба змити великою кількістю проточної води [51].

4. Тим, хто працює з піноутворювачами, необхідно дотримуватись правил особистої гігієни. Перед вживанням їжі та курінням треба вимити руки з милом, після закінчення роботи з піноутворювачами - прийняти душ. При сильному забрудненні необхідно змінити одяг.

5. Ті, хто працює з піноутворювачами, мають проходити попередні та періодичні (не рідше 1 разу на рік) медичні огляди.

6. Вогнегасні порошки зберігаються в сухому приміщенні, яке провітрюється (при температурі від +50 С до +400 С) та обладнується припливно - витяжною вентиляцією відповідно до вимог ПУЭ.

7. Тару з порошком розміщують на стелажах або полицях згідно з інструкцією заводу-виробника.

8. Доставка піноутворювача і порошку на склади пожежних частин (загонів) має здійснюватися найбільш безпечними і зручними при навантаженні та розвантаженні способами, які виключають небезпеку травматизму, забруднення тіла, шляхів дихання людини, ґрунту, який знаходиться навколо складу.

Заправка порошком має бути механізована.

9. Наказом начальника частини призначається відповідальний за стан складу піноутворювача і порошку, їх облік і використання.

10. Особи, які працюють на складах, мають одержувати інструктажі з правил безпеки праці і пожежної безпеки, з відповідним записом у журналі реєстрації інструктажів.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11. У приміщеннях складів піноутворювача і порошку розміщують інструкції з безпеки праці.

Висновки:

Визначили санітарно- гігієнічні характеристики та пожежовибухонебезпеку бензолу. При проведені дослідницьких робіт в хімічній лабораторії НУЦЗУ дотримувались всіх правил з охорони праці, згідно наказу МНС № 312.

					<i>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</i>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 6.**  
**ЕКОНОМІЧН РОЗРАХУНКИ**

**6.1 Розрахунок можливого екологічного збитку від застосування ГУС**

Екологічний збиток — фактичні або можливі екологічні та соціальні втрати, що виникають у результаті певних подій або явищ, в тому числі зміни природного середовища, його забруднення. Розглядають прямий та опосередкований (непрямий) збиток.

Прямий збиток виникає внаслідок безпосереднього руйнування матеріальних цінностей, погіршення умов ведення господарства та впливу на здоров'я людини. При цьому слід розглядати збиток різних часових інтервалів і ступенів впливу. Так, крім одномоментного збитку, може виникати перманентний збиток (наприклад, при ерозії та засоленні ґрунтів), латентний (прихований) збиток, який проявляється лише через певний час (переважно при дії на здоров'я людини та природні екосистеми).

Збиток опосередкований (непрямий) виникає в результаті негативної дії на продуктивні сили суспільства в цілому, в тому числі на людину. В цьому випадку спостерігається ріст захворювань, інвалідності тощо.

Екологічний збиток від забруднення природного середовища визначається сумою затрат на відшкодування збитку, спричиненого окремими джерелами в межах певної території. У всіх випадках при визначенні очікуваного збитку на основі варіантних розрахунків встановлюється мінімальна сума, призначена на попередження та компенсацію впливу забрудненого середовища. Такий підхід реалізується для оцінювання екологічного збитку в масштабах промислових комплексів та окремих технологічних процесів.

*Екологічний збиток формується під впливом трьох груп факторів:*

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- впливу (характеризує ступінь забруднення того або іншого елемента навколишнього середовища);
- сприйняття (об'єкти, що зазнають негативного впливу забруднення);
- стану (відображає рівень нормативних економічних показників, які переводять натуральні показники у вартісні).

Для кількісної оцінки екологічного збитку використовують три основні методи:

- метод прямого розрахунку, що базується на порівнянні показників забрудненого та умовно чистого (контрольного) районів;
- аналітичний метод, що ґрунтується на отриманні математичних залежностей між показниками стану відповідної економічної системи та рівнем забруднення навколишнього середовища;
- емпіричний, суть якого полягає в тому, що залежність збитку від рівня забруднення, отримана на основі двох перших методів на окремих об'єктах, узагальнюється і переноситься на однорідні досліджувані об'єкти.

Визначимо екологічний збиток, що завдається навколишньому середовищу при попаданні хімічних речовин у водні об'єкти або в ґрунт. Використання ГУС для локалізації токсичних рідин передбачає наявність в системі як вихідних, так і кінцевих продуктів реакції. Виконання умови стехіометричності за умови подачі компонентів для створення ГУС і в даному випадку дозволяє мінімізувати кількість хімічних сполук, які виступають в подальшому забруднювачами навколишнього середовища.

Розрахунок передбачуваного екологічного збитку проводився згідно із затвердженими методиками розрахунку [55-56] з використанням довідникових [57] або фактично визначених даних з маси забруднюючої речовини, її гранично допустимій концентрації (ГДК), коефіцієнтів небезпеки .

Маси відповідних розчинних речовин були розраховані на підставі стехіометрії реакції і використовувалися в подальшому для розрахунку екологічного

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



збитку (табл. 6.1). Порівнювався розмір можливого екологічного збитку від потрапляння розчинних продуктів реакції різних ГУС в землю і в поверхневі води за умови забезпечення стехіометричності реакції утворення ГУС.

Таблиця 6.1

Значення мас розчинних продуктів реакції ГУС з розрахунку на 100 кг системи для мінімальних і стехіометричних концентрацій компонентів.

№	Мінімальні концентрації		Стехіометричні концентрації	
	Розчинні речовини	маси, кг	Розчинна речовина	маса, кг
1	2	3	4	5
1.	CaCl <sub>2</sub> ; NaCl	0,8; 1,3	NaCl	1,6
2.	MgCl <sub>2</sub> ; NaCl	1,0; 1,3	NaCl	2,4
3.	MgSO <sub>4</sub> ; Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7; 1,6	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0
4.	FeSO <sub>4</sub> ; Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7; 1,3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,8
5.	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ; NaOH	20; 4,5	–	–
6.	AlCl <sub>3</sub> ; NaCl	0,8; 0,9	NaCl	2,0
7.	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5; 1,3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,9
8.	NH <sub>4</sub> Cl; NaCl	2,1; 2,1	NaCl	4,4
9.	NH <sub>4</sub> Br; NaBr	1,5; 3,7	NaBr	5,3
10.	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,6; 2,5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,5
11.	AlBr <sub>3</sub> ; NaBr	0,8; 1,4	NaBr	2,4
12.	NaCl; NaOH	10,0; 3,6	–	–

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01

Розмір збитків за забруднення земель визначається “Методикою визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства” (далі – “Методика 1”), згідно з якою кінцева формула для розрахунку екологічного збитку одним компонентом має вигляд:

$$P_3 = A \cdot \Gamma_{oz} \cdot K_o \cdot K_{eg} \cdot \frac{M_i}{T_{zim} \cdot \Pi_i \cdot I_n},$$

(6.1)

де  $P_3$  - розмір збитків за забруднення земель, грн;

$A$  – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, значення якого дорівнює 0.5.

$\Gamma_{oz}$  – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, яка зазнала забруднення, грн/м<sup>2</sup>;

$K_o$  – коефіцієнт небезпечності забруднюючої речовини, значення якого визначається за додатком 1 “Методики 1”;

$K_{eg}$  – коефіцієнт еколого-господарського значення земель, визначається за додатком 2 “Методики 1”.

$T_{zim}$  – товща земельного шару, що є розмірною одиницею для розрахунку витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування,  $T_{zim} = 0,2$  м;

$I_n$  – індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування забруднюючою речовиною, визначається за додатком 3 “Методики 1”;

$M_i$  – маса  $i$  - ї забруднюючої речовини;

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_i$  – відносна густина забруднюючої речовини, т/м<sup>3</sup>, визначається за додатком 4 “Методики 1”.

Використання однотипних ГУС дозволяє зробити припущення, що площа забрудненої ділянки для всіх досліджуваних варіантів буде однакою і значення  $K_{ег}$ ,  $I_n$ ,  $\Gamma_{оз}$  також будуть однакові для всіх систем. У загальному випадку розмір збитку від забруднення земель буде визначатися значеннями  $K_o$ ,  $K_l$ ,  $P_i$ .

Припустимо, сталося забруднення промислових земель ( $K_{ez}=1$ ), забруднююча речовина проникла на глибину до 0,2 м ( $I_n=0.100$ ), а нормативна грошова оцінка забруднених земель становить 50 грн/м<sup>2</sup>. Тоді, згідно з даними “Методики 1” і довідкових даних про відносну щільність забруднюючих речовин, отримуємо значення, представлені в табл. 6.2.

Далі для досліджуваних систем за умови стехіометричності формування ГУС проведено розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об’єктам в результаті забруднення речовиною в складі продукції чи сировини. Він здійснювався відповідно до “Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів” (далі – “Методика 2”) за формулою [56]:

$$P_{\text{в}} = K_c \cdot K_{\text{кат}} \cdot K_p \cdot K_z \cdot M_i \cdot y \cdot \frac{1}{ГДК_i}, \quad (6.2)$$

де в  $P_{\text{в}}$  – розмір збитків за забруднення водних об’єктів, грн;

$K_c = 1,5$  – коефіцієнт, що враховує збільшення шкоди водній екосистемі за умови самовільного чи аварійного скиду;

$K_{\text{кат}}$  – коефіцієнт, що враховує категорію водного об’єкта, який визначається згідно з додатком 2 “Методики 2”;

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_p$  – регіональний коефіцієнт дефіцитності водних ресурсів поверхневих вод, який визначається згідно з роботи [55] за додатком 3 “Методики 2”;

$K_3 = 1.5$  – коефіцієнт ураженості водної екосистеми;

$M_i$  – маса скинутої і-ї забруднюючої речовини у водний об’єкт у складі продукції чи сировини, т;

$y$  – проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів в поточному році грн/т, в 2018 р.  $y = 1618,74$  грн/т;

$ГДК_i$  – безрозмірна величина, що чисельно дорівнює  $ГДК_i$  і-ї забруднюючої речовини в воді водного об’єкта відповідної категорії.

В даному випадку також очевидно, що розмір збитку в конкретній ситуації при порівнянні однотипних ГУС буде визначатися  $M_i$  та  $ГДК_i$ . Значення  $K_c$ ,  $K_{кат}$ ,  $K_p$ ,  $K_3$  та  $y$  будуть однакові при розрахунку збитку від різних ГУС в рамках одного водного об’єкта.

Припустимо, що сталося забруднення поверхневого водного об’єкта господарсько-побутового використання ( $K_{кат} = 1$ ), розташованого в Харківській області ( $K_p = 1,19$ ). Тоді, з урахуванням даних “Методики 2” і значень  $ГДК$  забруднюючих речовин відповідно до “СанПіН 4630-88. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення”, отримаємо значення збитку, зведені в табл. 6.2 .

Таблиця 6.2

Результати розрахунку розміру екологічної шкоди за забрудненням земель ( $P_3$ ), поверхневих вод ( $P_в$ ) і сумарного розміру шкоди ( $P_{заг}$ ) за умови використання ГУС зі стехіометричним вмістом компонентів для пожежогасінні горючих рідин

№ системи	Розчинна речовина	$P_3$ , грн.	$P_в$ , грн.	$P_{заг}$ , грн.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1	NaCl	13,64	0,20	13,84
2	NaCl	20,45	0,30	20,75
3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	23,15	0,17	23,32
4	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20,83	0,16	20,99
6	NaCl	17,05	0,25	17,3
7	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21,99	0,16	22,15
8	NaCl	37,50	0,54	38,04
9	NaBr	45,17	114855,67	114900,90
10	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	75,23	0,56	75,79
11	NaBr	20,45	52010,12	52030,57

Як видно з отриманих даних, основний внесок в суму збитку вносить забруднення ґрунтів.

Внесок від забруднення водних об'єктів розчинними забруднюючими речовинами проявляється лише в разі дуже низьких значень ГДК цих речовин або якщо для них не вказане значення ГДК. Згідно "Методики 2" в такій ситуації приймаємо  $A = 500$ . Зокрема, для броміду натрію  $P_e$  розраховано при  $A = 500$ .

З розглянутих систем найменшої екологічної шкоди за умови забезпечення стехіометричності утворення ГУС завдають навколишньому середовищу системи на основі карбонату калію і хлориду натрію, потім слідує системи на основі хлоридів кальцію і магнію.

Розмір збитку визначається головним чином масою забруднюючих речовин, що потрапили в навколишнє середовище, і значеннями їх ГДК. Внаслідок цього можна відзначити, що системи з утворенням хлоридів і сульфатів несуть менший екологічний збиток порівняно з системами на основі бромідів.

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

Проведений аналіз ГУС на основі гелеутворювача дозволив виявити системи, які заподіюють найменшої екологічної шкоди. Так, при утворенні ГУС слід забезпечити стехіометричність протікання реакції для мінімізації впливу на навколишнє середовище вихідних компонентів суміші.

Значні коливання параметрів екологічних характеристик або їх відсутність ускладнюють екологічну оцінку розглянутих ГУС.

З порівняльного визначення розрахункових екологічних збитків витікає, що локалізацію рідких токсичних речовин можна проводити з використанням ГУС на основі сульфату амонію.

Розрахунок екологічного збитку показав більший негативний економічний ефект від забруднення ґрунтів, і, в меншій мірі, – від забруднення поверхневих вод при використанні ГУС в локалізації рідких токсичних речовин. Сума екологічного збитку може сильно коливатися, від 14 до 115 тис. грн. при попаданні в навколишнє середовище передбачуваних розрахункових кількостей компонентів ГУС, і визначається, головним чином, масою, коефіцієнтом небезпеки і ГДК забруднюючої речовини. Розрахунковий передбачуваний розмір екологічного збитку від попадання розчинних забруднюючих речовин в ґрунт і поверхневі водні об'єкти при використанні ГУС на основі хлоридів і сульфатів незначний.

#### Висновки:

Проведено розрахунок екологічного збитку при локалізації рідких токсичних речовин швидкоотвердуючими пінами на основі гелеутворюючих систем. Системи з утворенням хлоридів і сульфатів несуть менший екологічний збиток порівняно з системами на основі бромідів. При використанні сульфату амонію в якості каталізатора гелеутворення екологічний збиток становить 75.79 грн. Розрахунок екологічного збитку показав більший негативний економічний ефект від забруднення ґрунтів, і, в меншій мірі, від забруднення поверхневих вод.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**

## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз масштабних аварій пов'язаних з токсичними речовинами та їх наслідків, визначено найбільш розповсюджений уражаючий фактор НХР на людей і тварин - інгаляційний вплив високих концентрацій парів токсичних речовин.
2. Запропоновано в якості ізолюючого засобу використовувати швидкотвердіючі піни.
3. Для одержання швидкотвердіючих пін пропонується використовувати гелеутворюючу систему  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  + піноутворювач.
4. Дослідження ізолюючі властивості твердої піни.
5. Обґрунтована можливість використання швидкотвердіючих піни в якості ізолюючих засобів для локалізації рідких токсичних речовин.

										Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

*НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01*

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/avarii-nahimicheski-opasnyh-obektah.html>.
2. Бесчастнов, М.В. Взрывоопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов Текст. / М.В. Бесчастнов. М.: Химия, 1983. -471 с.
3. Блинов, В.И. Диффузионное горение жидкостей Текст. / В.И. Блинов, Г.Н. Худяков. М.: Изд. Ан СССР. 1961. - 208 с.
4. Деденко, М.М. Снижение загрязнения атмосферы при аварийных разливах горючих жидкостей. Текст.: Науч.-практ. журн. / Вестник ВСИ МВД России. М.М. Деденко 2005, № 4 (35) - с. 75 - 80.
5. Каришин, А.В. Предотвращение испарения и тушение пожаров аварийных разливов нефтепродуктов олеобобными пенами Текст. / А.В. Каришин, А.Ф. Шараварников, А.В. Углов, А.М. Крымов. Нефтепереработка и нефтехимия.- 1996. -№ 4.- с. 36-38.
6. Качалов, А.А. Гидравлическое сопротивление при движении воздушно механической пены по трубопроводам и пенные струи Текст. / А.А. Качалов. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук, 1970.- 18 с.
7. Машович, А.Я. Влияние структуры твердеющей пены на ее физико механические и огнетушащие свойства Текст. / А.Я. Машович, Л.Н. Скатов, О.М. Заятдинов. Науч. - прак. журн. Вестник ВСИ МВД России. - 1999. № 1 (8)-с. 71-77.
8. Меркулов, В.А. Влияние кратности и способа подачи пены на эффективность тушения Текст./ В.А. Меркулов, В.М. Кучер Сб. науч. тр.: Пожаротушение. М.: ВНИИПО, 1985. - с. 14 - 17.

									Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

**НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01**



9. Определение категорий и помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности Текст. НПБ 105 95. - Спб.: Издательство ДЕАН, 2001. -32 с.
10. Организация и тактика тушения пожаров в подвижном составе железнодорожного транспорта Текст.: Рекомендации. М.: ВНИИПО. 1987. - 81 с.
11. Бард, В.Л. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах Текст. / В.Л.Бард, .-М.: Химия. 1984.-248 с.
- 12.Лебедев, С.Ю. Влияние температуры растворителей на разрушение пен Текст./ С.Ю. Лебедев, Т.А. Борисенко/Пожаротушение: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПО, 1985.-е. 51-54.
13. Солоницин, Е.М. Механизированное заполнение куполов и пустот за крепью твердеющей пеной Текст. / Е.М. Солоницин, В.К. Кульбачко. Уголь Украины. 1985. - № 4 с. 22 - 23.
14. Сорокин, Я.Г. Особенности переработки сернистых нефтей и охрана окружающей среды Текст./ Я.Г. Сорокин. М.: Химия. 1975.- 295с.
15. Evans, D. 14th Arct. And Mar Oilspill Program. Techn. Semin. Voncouver Text. / D. Evans, W. Walton, H. Baum, G. Mmulhalland, S. Lawson, H. Kozeki, A. Ghoniem. June 12-14 1991: Proc. Voncouver. 1991. p. 421 -449.
16. Fingas, M. Spill Techjl. Newslett. Text. / M. Fingas, N. Loroche. 1990. Т. 15.№ 4. p. 1-20.
17. Fingas, M.F. Proc 16th Arct. and Mar Oilspill Program. Techn. Semin Calgary Text./ M.F.Fingas, F. Acherman, P.R. Campagna, R.D. Turpin, J.S. Geety, M.F. Soleki. June 7-9. 1993. Vol 2. Ottawa. 1993. p. 749 821.
18. Gragoescu, C. Aerosol Sci. And Technol Text. /C.Gragoescu, S. Frriedlander. 1989. Т. 10. №2. p. 249-257.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Hird D. // Fire Prot Text./ D.Hird. 1983. Т. 46 № 554. р. 22, 27.
20. Абдурагимов, И.М. О роли изолирующей способности воздушно - механической пены при тушении нефтепродуктов в резервуарах. Текст. / И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров. Горение и проблемы тушения пожаров. - М.: ВНИИПО, 1978. - с. 99 - 102.
21. Алексеев, М.В. Пожарная профилактика технологических процессов производств Текст./ М.В. Алексеев, О.М. Волков, Н.Ф. Шатров. М.: ВИПТШ, 1986.-371 с.
22. Безродных, И.Ф. Исследование поведения пенного слоя на поверхности горячей жидкости. Текст. / И.Ф. Безродных. Горение и проблемы тушения пожаров. М.: ВНИИПО, 1981. с. 15 - 17.
23. Безродных, И.Ф. Разрушение пены на поверхности горючей жидкости Текст. / И.Ф. Безродный, В.Ч. Реут. Исследование в области обеспечения пожарной безопасности на предприятиях авиационной промышленности: Сб. тр.-М.: МАИ, 1983.-с. 35-42.
24. Гришин, А.М. Методика расчета выбросов от источников горения при разливе нефти и нефтепродуктов Текст. /А.М. Гришин, А.А. Долгов, А.Ф. Цимбалюк. Изд. Офиц. М.: Госком РФ по охр. окр. среды, 1997. - 24 с.
25. Исаева, Л.К. Экологические последствия пожаров Текст. / Л.К. Исаева. Безопасность жизнедеятельности. -М.: 2002. №11-е. 19-29.
26. Пат. 1439112 (СССР). Композиция для пенопласта / Солоницин Е.М., Деменкова К.М. Открытия. Изобретения. 1988. - № 43.
27. Пат. 1477730 (СССР). Композиция для пенопласта / Самилев Н.А., Солома-тов В.И. и др. Открытия. Изобретения. 1989. - № 17.
28. Пат. 1600795 (СССР). Способ обеспечения пожаровзрывобезопасности неочищенных резервуаров/В.П. Назаров, М.В. Филипчинк и др. Открытия. Изобретения.-1990.-№ 39.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	<i>Лист</i>
	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

29. Пат. 1743614 (СССР). Способ проведения огневых аварийно ремонтных работ на трубопроводах с нефтепродуктами /В.П. Назаров, М.В. Филипчик и др./ Открытия. Изобретения. — 1992. № 24.
30. Gragoescu, C. Aerosol Sci. And Technol Text. /C.Gragoescu, S. Frriedlander. 1989. Т. 10. №2. p. 249-257.
31. А.В.Богайчук и В.П.Марысюк (56) Авторское свидетельство СССР № 361892, кл. В 29 С 67/20,опубл.1973. Патент Франции № 2561571, кл. В 29 С 67/20. опублик. 1985.
32. Богданова В.В., Тихонов М.М., Мамедов А.М Быстротвердеющие полимерные пены для ограничения распространения и тушения пожаров / В.В. Богданова [и др.] // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2016. – № 2(24). – С.4 –9
33. Weil, R.D. Commercial flame retardancy of polyurethanes / R.D. Weil, S.V. Levchik // J. Fire Sci. – 2004. – № 22. – P. 183–210.
34. Лучкина, Л.В. Влияние концентрации антипирена и химической структуры жестких пенополиуретанов на их пожароопасность / Л.В. Лучкина, Д.А. Рудь, Т.А. Рудакова, А.В. Сухов // Полимерные материалы пониженной горючести: тр. VI междунар. конф., Вологда, 14-18 мая 2011. – Вологда, 2011. – С. 43-45.
35. Цыганова, Е.А. Оксипропилендифосфоновая кислота, ее аминные соли и ангидрид борной и фосфоновой кислот, как антипирены для жестких пенополиуретанов: автореф. дис. ...канд. хим. наук: 02.00.06 / Е.А. Цыганова, КГТУ. – Казань, 2001. – 16 с.
36. Feske, E.F. Flame retardant pentane blown polyisocyanurate foams for roofing / E.F. Feske, W.R. Brown // Polyurethane. – 2002. – P. 32–40.
37. Применение полимерной пены при аварийной посадке самолетов. Серебренникова Ю.Г., Оглоблин А.В. УДК 656.7.082:544.236.3

						<i>Лист</i>
<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>						
	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

38. Абдурагимов И.М. Прорывные технологии пожаротушения / И.М. Абдурагимов // Лесной комплекс Сибири .- 2015.- № 5.- С. 80-85.
39. Методика прогнозування масштабів зараження сильнодіючими отруйними речовинами при аваріях (руйнуваннях) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті (РД52.04.253-90), Держгідромет СРСР, 1991 р., Москва.
40. Наказ № 45 від 06.02.2017 Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод.
41. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях. М.: ФАИР-ПРЕСС, 200
42. Аварійно-рятувальні роботи з радіаційного та хімічного захисту. Курс лекцій / І.М. Грицина, Ю.О. Куліш, В.В. Тригуб. – Х.: НУЦЗУ, 2013.– 132 с.
43. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. — М.: Химия, 1983.
44. Пат. 2264242 Российская Федерация, МПК7 А 62 С 5/033. Способ тушения пожара и состав для его осуществления / Борисов П.Ф., Росоха В.Е., Абрамов Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В.; заявитель и патентообладатель Академия пожарной безопасности Украины. – №2003237256/12; заявл. 23.12.2003; опубл. 20.11.10.2005, Бюл. №32.
45. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. – Харьков.: НУГЗУ, 2015. – 254 с.
46. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. – Л. : Химия, 1974. – 352 с.
47. Клименко А.О., Мельник М.В., Павлюк В.М., та ін. Навчально-методичний

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	<i>Лист</i>
	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- посібник з фізичної та колоїдної хімії для студентів вищих медичних навчальних закладів. – Івано-Франківськ, 2004, – 172 с.
48. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
49. ДБН В.1.1-7-02. Державні будівельні норми України. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
50. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
51. ПУЭ ПУЕ:2006. Правила улаштування електроустановок.
52. Наказ МНС України № 312 від 07.05.2007 р. «Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України».
53. Наказ № 45 від 06.02.2017 Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод.
54. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їх визначення.
55. Search for Chemicals. Database // European Chemicals Agency. URL: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/>. (Дата звернення: 30.12.2018). 250.
56. Про затвердження «Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства»: наказ Мінприроди від 27.10.1997 р. № 171 (із змінами 04.04.2007). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z028598/print>. (дата звернення: 30.12.2018). 251.
57. Про затвердження «Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків,

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів»: наказ Мінприроди від 20.07.2009 р. №389 (із змінами 13.10.2015). URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09/print> (дата звернення: 30.12.2018).

58. Справочник химика, под ред. Б.Н. Никольского. Т.2. Основные свойства неорганических и органических соединений. Л.: Госхимиздат. 1963. 1169 с.

					<b>НУЦЗУ.2.18-186. СХ та ХТ. РПЗ-01</b>	Лист
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		