

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему: «Розробка швидкотвердіючої піни для зменшення випаровування токсичних хімічних рідин під час надзвичайної ситуації»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, групи ХТк-19-245 галузі знань (освітньо-професійної програми) 16 «Хімічна та біоінженерія», («Радіаційний та хімічний захист»)

Марія КОНЬОК

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Олександр КІРЄЄВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Антон ЧЕРНУХА

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) оперативно-рятувальних сил  
Кафедра спеціальної хімії та хімічних технологій  
Галузь знань 16 «Хімічна технологія та біоінженерія»  
Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»  
(назва)  
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма «Радіаційний та хімічний захист»  
(назва)  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри спеціальної  
хімії та хімічної технології

Євген СЛЕПУЖНИКОВ  
«    »      20   року

## ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Коньок Марії Михайлівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка швидкотвердіючої піни для зменшення випаровування токсичних хімічних рідин під час надзвичайної ситуації»

керівник роботи Кірсєв Олександр Олександрович, доктор технічних наук, професор,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

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

3. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах: амофос, піноутворювач «Морський», рідке скло, гелеутворювальна система, бензен

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): написання літературного огляду, виготовлення пін швидкого твердіння, призначених для локалізації розливу токсичних рідин, вибір компонентів піноутворюючих систем для забезпечення завданого часу втрати текучості, дослідження властивостей швидкотвердіючих пін, визначення ізолюючих властивостей пін швидкого твердіння, написання розділу з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень/слайдів):  
мультимедійні слайди в кількості 15 штук

## 6. Консультанти за розділами кваліфікаційної роботи:

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

## 7. Дата видачі завдання 07.02.2023

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва заходів кваліфікаційної роботи	Строк виконання заходів роботи	Відмітка про виконання
1.	Отримання завдання	07.02.2023	
2.	Проведення літературного огляду	08.02.2023	
3.	Підбір компонентів для виготовлення пін швидкого твердіння	16.02.2023	
4.	Проведення експерименту по розробці пін швидкого твердіння	22.02.2023	
5.	Визначення кратності пін швидкого твердіння	01.03.2023	
6.	Дослідження стійкості пін швидкого твердіння	05.03.2023	
7.	Написання розділу «Охорона праці»	19.03.2023	
8.	Підготовка презентації та реферату	20.03.2023	
9.	Подання роботи на рецензування	22.03.2023	
10.	Подання роботи на предзахист	28.03.2023	
11.	Подання роботи на захист	03.04.2023	

**Завдання одержав**  
**здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_  
 ( підпис )

**Марія КОНЬОК**  
 (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Завдання надав**  
**керівник роботи** \_\_\_\_\_  
 ( підпис )

**Олександр КІРСЄВ**  
 (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Звіт про КР :48 с., 6 рис., 6 табл., 22 джерел.

**Ключові слова:** хімічні небезпечні об'єкти, гелеутворювальна система, небезпечна хімічна речовина, повітряно-механічна піна, амофос, поверхнево активні речовини, швидкотвердіючі піни, час гелеутворення, коефіцієнт уповільнення випарування, ізолююча здатність, кратність, плавучість, піноутворювач.

**Об'єкт досліджень:** піна швидкого твердіння системи (амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% ПУ).

**Мета роботи:** одержання ефективного способу для ізоляції випарування токсичних рідин за рахунок збільшення стійкості пін та вдосконалення ізолюючих властивостей.

Стислий зміст роботи та висновки:

Показано, що повітряно-механічна піна недостатньо ефективна як ізолюючий засіб для рідких токсичних речовин. Для забезпечення процесу затвердіння пропонується використовувати процес гелеутворення. Була обрана система, яка забезпечує час твердіння пін від 50 с до 80 с. Експериментально визначено кратність твердої піни, отриманої з гелевої системи (амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% ПУ) становить 11.

Проведено експериментальне дослідження ізолюючих властивостей швидкотвердіючих пін по відношенню до парів токсичних рідин, а саме бензолу. Показано, що гелеподібний шар системи (амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% ПУ) товщиною (2-4) см уповільнює випаровування летких рідин.

**Область використання:** локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом небезпечно-хімічних рідин.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень .....	6
ВСТУП. ....	7
РОЗДІЛ 1. СПОСОБИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИПАРУВАННЯМ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН .....	9
1.1. Види небезпечних хімічних речовин та виникнення аварій з ними.....	9
1.2. Методи ізоляції небезпечних хімічних рідин на ХНО .....	15
1.3. Способи локалізації аварій з застосуванням піни .....	17
1.4. Ізоляція поверхонь токсичних рідин пінами швидкого твердіння .....	22
1.5. Висновки .....	24
РОЗДІЛ 2. ВИГОТОВЛЕННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ РОЗЛИВІВ ТОКСИЧНИХ РІДИН...	25
2.1 Піни швидкого твердіння .....	25
2.2 Переваги створення піни швидкого твердіння з використанням явища гелеутворення .....	26
2.3 Вибір компонентів піноутворюючих систем для забезпечення завданого часу втрати текучості .....	27
2.4. Дослідження властивостей швидкотвердіючих піни .....	33
2.4.1 Визначення кратності піни швидкого твердіння .....	33
2.4.2 Дослідження плавучості піни швидкого твердіння .....	34
2.4.3 Дослідження стійкості піни швидкого твердіння .....	35
2.4.4 Визначення ізолюючих властивостей піни швидкого твердіння .....	36
2.5. Висновки .....	38
3. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	39
3.1 Основні поняття .....	39
3.2 Вимоги безпеки праці з небезпечними хімічними речовинами.....	40
3.3 Системи вентиляції. Класифікація, розрахунок, експлуатація та обслуговування систем .....	41
3.4. Висновки .....	42
ВИСНОВКИ .....	43
Список літературних джерел .....	44

<b>НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ РПЗ-03</b>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Коньок М.М.</i>			
<i>Перевір.</i>	<i>Кірсєв О.О.</i>			
<i>Н. Контр.</i>	<i>Скородумова О.Б.</i>			
<i>Затвердив</i>	<i>Слепужніков Є.Д.</i>			
Розробка швидкотвердіючої піни для зменшення випаровування токсичних хімічних рідин під час надзвичайної ситуації				
		<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
			5	48
<b>ХТ-19-245</b>				

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НХР-небезпечна хімічна речовина

ГУС-гелеутворювальна система

ХНО- хімічно небезпечний об'єкт

ПУ- піноутворювач

ПУС- піно утворювальна система

ПАР- поверхньо-активні речовини

ПШТ – піна швидкого твердіння

НДМГ- несиметричний диметилгідразин

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## ВСТУП

Аварії та катастрофи на хімічно небезпечних об'єктах посідають одне з перших місць серед надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Застосування хімічних речовин майже у всіх галузях промисловості, яке розпочалося у другій половині ХХ століття, обумовило виникнення цілого ряду небезпек техногенного характеру, пов'язаних із аваріями, які можуть супроводжуватися викидами у навколишнє середовище токсичних хімічних сполук та призводити як до значних матеріальних збитків так і людських жертв. До хімічно небезпечних об'єктів належать будь-які об'єкти, на яких не тільки виробляють, а й зберігають, використовують або транспортують небезпечні хімічні речовини, при аварії на якому може статися хімічне зараження людей, сільськогосподарських тварин і рослин, а також хімічне забруднення природного середовища. До хімічно небезпечних належать підприємства хімічної, нафтопереробної, нафтохімічної галузей; підприємства, що мають промислове холодильне устаткування, у яких в якості холодоагенту використовується аміак; водоочисні споруди, на яких застосовується хлор.

Основними хімічними аваріями та катастрофами є: - пожежі різних матеріалів, обладнання та будівель із забрудненням навколишнього середовища; - транспортні аварії під час перевезення небезпечних, вибухонебезпечних хімічних речовин або легкозаймистих вантажів. Безпосередніми причинами цих аварій є: - недотримання правил безпеки і транспортування; - недотримання правил техніки безпеки; - несправність обладнання, механізмів або трубопроводів; - пошкодження контейнерів. Наприклад, фосген використовується у виробництві багатьох полімерів (поролон, пінопласт, поліуретан), що застосовуються в різних галузях економіки. Ціанід використовується у виробництві синтетичного каучуку, штучного хутра та оргскла. Хлор використовується для дезінфекції води та виробництва целюлози. Речовини, які у великих кількостях використовуються в хімічному синтезі і в багатьох технологічних процесах,

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

такі як аміак, фтористий і формальдегід, також є високотоксичними. Небезпечні хімічні рідини включають ароматичні сполуки, хлоровані похідні вуглеводнів, аміни, органічні нітросполуки, альдегіди, карбонові кислоти, кетони та багато інших органічних речовин. Неорганічні рідини, які вважаються небезпечними, включають бром, ціанід, азотну кислоту, сірчану кислоту, соляну кислоту, лужні розчини гідразину та його похідних, а також розчини аміаку.

Найважливішою характеристикою хімічних аварій є те, що вони є широкомасштабними, де можуть виникати небезпечні зони забруднення в навколишньому середовищі [1] .

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



# РОЗДІЛ 1. СПОСОБИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИТОКОМ ПАРІВ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН

## 1.1 Види токсичних речовин та виникнення аварій з ними

Небезпечна хімічна речовина (НХР) - хімічна речовина, безпосередня або опосередкована дія якої на людину може спричинити загибель, гостре або хронічне захворювання людей, завдання шкоди навколишньому середовищу.

Сучасна наука має відомості про понад 60 мільйонів хімічних речовин. Серед них нараховується понад 6 мільйонів небезпечних хімічних речовин (НХР). Сучасна хімічна промисловість у великих кількостях виробляє близько 60 тисяч НХР.

Класифікацію НХР проводять за:

- ступенем токсичності при інгаляційному і пероральному надходженні до організму;
- ознакою переважного синдрому при гострій інтоксикації;
- агрегатним станом;
- температурою кипіння;
- здатністю до горіння;
- впливом на організм людини.

Токсичність речовин, токсична дія на організм людини Здатність НХР завдавати шкоди організму людини називається токсичністю; ступінь впливу НХР на організм проявляється у вигляді токсичної дії або токсичних ефектів.

Токсичні ефекти можуть проявлятися у вигляді

- раптового і швидкого погіршення стану здоров'я, аж до смерті;
- захворювання внаслідок систематичного впливу НХР;
- зниження працездатності.

Токсикологічні ефекти можуть бути одиничними, при одноразовому впливі ХНР, або множинними, що виникають при повторному впливі. Токсичні ефекти можуть проявлятися одразу після впливу ХНР, впродовж

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

довготривалого життя одного покоління та впродовж життя наступних поколінь. Токсичні ефекти визначаються:

- фізичними та хімічними властивостями НХР;
- фізико-хімічними властивостями НХР; концентрацією або щільністю забруднення НХР;
- тривалістю впливу НХР.

Токсична дія речовини - результат взаємодії організму, шкідливої речовини і навколишнього середовища. Токсична дія залежить від кількості речовини, яка потрапила в організм, її токсичності, тривалості надходження і хімізму взаємодії речовин; вона залежить також від статі, віку, індивідуальної чутливості організму, від метеорологічних умов, від хімічної структури і фізичних властивостей шкідливої речовини;

Порядок класифікації шкідливих речовин встановлено у ГОСТ 12.1.007-76. Дію цього документу в Україні припинено 01.01.2019 р., проте йому на заміну жодного нормативного документу не розроблено, тому цим стандартом можна продовжувати користуватися як текстом (інструкцією), якщо на нього не передбачається робити посилання у відповідній сфері діяльності (згідно з Роз'ясненням Міністерства економічного розвитку і торгівлі України з питань застосування стандартів). Стандарт поширюється на шкідливі речовини, що містяться в сировині, Ідентифікація небезпеки Оцінка рівня небезпеки Вживання заходів щодо обмеження небезпеки 5 продуктах, напівпродуктах і відходах виробництва, і встановлює загальні вимоги безпеки при їх виробництві, застосуванні та зберіганні. За ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи небезпеки:

- 1-й – речовини надзвичайно небезпечні;
- 2-й – речовини високо небезпечні;
- 3-й – речовини помірно небезпечні;
- 4-й – речовини мало небезпечні.

Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюють залежно від норм і показників, зазначених у таблиці 1.1.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Норми показників для визначення класу небезпеки шкідливої речовини

Найменування показника	Норма для класу небезпеки			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	Менше 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Більше 10,0
Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг	Менше 15	15-150	151- 5000	Більше 5000
Середня смертельна концентрація в повітрі, мг/м <sup>3</sup>	Менше 500	500-5000	5001- 50000	Більше 50000
Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КМІО)	Більше 300	300-30	29-3	Менше 3
Зона гострої дії	Менше 6,0	6,0-18,0	18,1- 54,0	Більше 54,0
Зона хронічної дії	Більше 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менше 2,5

Небезпечні речовини відносять до класу небезпеки на основі індексу, значення якого відповідає найвищому класу небезпеки. Пояснення термінів, що використовуються в цьому стандарті: Небезпечна речовина – це речовина, яка при контакті з організмом людини може спричинити нещасні випадки на виробництві, професійні захворювання або розлади, що виявляються сучасними методами, як на робочому місці, так і у віддаленому періоді життя теперішнього та майбутніх поколінь.

Зона гострої дії – відношення середньої смертельної концентрації шкідливої речовини до мінімальної (порогової) концентрації, що викликає зміну біологічних показників на рівні цілісного організму, що виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій. Зона хронічної дії –

відношення мінімальної (порогової) концентрації, що викликає зміну біологічних показників на рівні цілісного організму, що виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій, до мінімальної (порогової) концентрації, що викликає шкідливу дію в хронічному експерименті по чотири, п'ять разів на тиждень протягом не менше чотирьох місяців.

Клас небезпеки НХР встановлюють за найбільш жорстким показником, характерним для даної речовини [1].

За агрегатним станом НХР класифікуються як:

- рідкі та стиснені гази (аміак, фосген, сірчаний газ, окис вуглецю, фтор тощо);
- рідини з температурою кипіння, нижче за 100 °С (фтористий кисень, азотна кислота, сірковуглець, акрилонітрил тощо);
- рідини з температурою кипіння більше 100 °С (сірчана кислота).

У звичайних умовах НХР можуть перебувати у твердому, рідкому та газоподібному стані. Газ (пара) займає великий об'єм, тому при виробництві, використанні, зберіганні та перевезенні газоподібні НХР можуть переходитися у рідкий стан або знаходитися під тиском. Це істотно впливає як на кількість НХР, так і на фазово-дисперсний склад хмари, що при цьому утворюється. В атмосфері НХР можуть знаходитися у вигляді пари або газу, а також в аерозольному стані, коли рідка або тверда речовина зависає в повітрі у вигляді часток різного розміру: від тонко дисперсних – діаметром до 30 мкм (туман, дим) до грубо дисперсних – діаметром більш 30 мкм (мжичка, дим) і в крапельно-рідкому стані.

Важливим показником властивостей НХР є відносна густина пари (відношення пари до густини повітря). Якщо відносна густина пари менша за одиницю, то речовина легша за повітря і швидко розсіюється, при відносній щільності пари вище за одиницю НХР довше утримуються на поверхні землі, а їх вплив на людину більш тривалий.

В аварійних ситуаціях необхідно визначити найнебезпечніший вплив НХР на людину з метою надання своєчасної і кваліфікованої допомоги

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

потерпілим. Тож найбільше поширення має класифікація НХР на основі переважаючого синдрому, що формується при гострій інтоксикації.

Відповідно до токсикологічної класифікації всі НХР поділяють на шість груп:

1. речовини з переважно задушливою дією (наприклад, фосфор, хлор, фосген, хлорид сірки), що мають вплив на організм людини при вдиханні парів, викликаючи через короткий час токсичний набряк легенів;

2. речовини переважно загальної токсичності (наприклад, ціанід, вуглекислий газ) можуть викликати гострі порушення енергетичного обміну в організмі і можуть бути розділені на токсини крові, гемолітичні токсини, тканинні токсини (інгібітори ферментів дихальної системи, сепаратори процесів окислення) і речовини, що зменшують надходження субстратів для процесів біологічного окислення. Смертельні дози при потраплянні в організм викликають тонічні судоми, сильний ціаноз, гостру серцево-судинну недостатність і зупинку дихання [2];

3. речовини із задушливою та загальною токсичністю (наприклад, безводний сірчистий сульфід, сірководень, закис азоту) можуть викликати сильні опіки, що ускладнює надання допомоги потерпілому. У високих концентраціях викликають судоми, порушення свідомості та глибока анестезія з втратою всіх рефлексів;

4. психотропні отрути (сірковуглець, ФОС), які діють на генерацію, проведення та передачу нервових імпульсів, впливають на ЦНС людини. Високі концентрації призводять до глибокої анестезії, при якій втрачаються всі рефлекси, зниження кров'яного тиску і порушення серцебиття;

5. речовини із задушливою та нервово-стимулюючою дією (наприклад, гептил, аміак, гідразин) – може викликати гіпертонію, кашель та блювоту. При підвищених концентраціях - кон'юнктиви, набряк губ ,мокротинний кашель, ціаноз і тахікардія;

6. метаболічні отрути (отрути) (бромметил, хлористий метил, діоксан метиловий спирт) вторгуються в обмін речовин в організмі. Отруєння даними

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

речовинами характеризується певною відсутністю специфічної реакції на отруту, але через деякий час в процес вражується ще більше органів.

Аварії (катастрофи) на транспорті, підприємствах та продуктопроводах супроводжуються викидами небезпечних хімічних речовин (НХР), таких як аміак, хлор, синильна кислота, діоксид сірки та фосген, у повітря та прилеглі території. Забруднене повітря становить серйозну небезпеку для населення, оскільки вражає дихальну систему, а також такі органи, як очі та шкіра [2]. Фактори ризику викидів (розливів) НХР: забруднення навколишнього середовища, біосфери (наприклад, загибель людей і тварин, знищення посівів) і можливість хімічних вибухів, які можуть спричинити серйозні руйнування великих територій.

Найбільш небезпечними є інциденти на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) [2]. Хімічно небезпечний об'єкт (ХНО) - це промисловий об'єкт (підприємство) або його структурний підрозділ, на якому циркулює (виробляється, переробляється, транспортується, завантажується, розвантажується, використовується, розміщується або зберігається (постійно або тимчасово) у виробництві, знищується тощо) одна або декілька небезпечних хімічних речовин (залізниця не вважається ХНО).

До хімічно небезпечних об'єктів належать:

- Хімічні заводи та комбінати хімічної промисловості, а також окремі агрегати та установки, в яких виробляється чи використовуються НХР;
- Нафтопереробні заводи або їх комплекси;
- Виробничі об'єкти інших галузей промисловості, що використовують НХР;
- Підприємства з холодильними установками, водопровідними насосними станціями та очисними спорудами, що використовують хлор або аміак;
- Транспортні засоби, контейнери, автопоїзди, цистерни, річкові та морські танкери, що перевозять хімічні продукти;

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

- Склади та бази з запасами сільськогосподарських пестицидів.

## 1.2 Методи знешкодження небезпечних хімічних речовин на ХНО

Виробництво, транспортування, зберігання та використання НХР вимогливо регламентуються спеціальними правилами технології, техніки безпеки та контролю за їх використанням. Проте, при аваріях на ХНО велика кількість отруйних речовин може потрапити в навколишнє середовище і створити зону ураження [3]. При прогнозуванні аварійної ситуації вважається, що в мирний час можливе руйнування однієї максимальної за об'ємом ємкості, може викликати:

- Залпові викиди НХР у повітря або воду;
- хімічні пожежі з викидом небезпечних речовин у навколишнє середовище;
- руйнівні вибухи;
- Зараження об'єктів або місцевості на місці аварії, пов'язане з розсіюванням токсичних хмар.

Аналіз інцидентів, що сталися, та проведені у зв'язку з цим розрахунки показують, що на об'єктах, які містять хімічно небезпечні компоненти розповсюдження диму в поєднанні з небезпечними речовинами.

Кожна аварія характеризується стадіями виникнення, розвитку та згасання небезпеки [3]. На хімічно небезпечних об'єктах під час аварії зазвичай діють декілька вражаючих факторів, включаючи пожежу, вибух і хімічне зараження повітря і місцевості; за межами об'єкта відбувається забруднення навколишнього середовища; респіраторна дія ОР є найбільш вірогідним, ніж інші шляхи ураження людей, і, залежно від швидкості перенесення вітром, відбувається на великих відстанях і великих площах. Багато неінфекційних захворювань характеризуються тривалими періодами забруднення навколишнього середовища і довготривалим впливом на людину і біосферу.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Для локалізації хімічного зараження, попередження розповсюдження НХР та зараження ґрунту і джерел води можуть бути використані різні способи. Обмеження розливу НХР на місцевості для зменшення площі випаровування здійснюється обвалуванням розлитої речовини, створенням перешкод на шляху розливу, збиранням НХР в природні поглиблення (ями, канами, кювети), обладнанням спеціальних пасток (ям, поглиблень і т.д.). При проведенні таких робіт в першу чергу необхідно зупинити попадання НХР в річки, озера, в підземні комунікації, підвали будинків і споруд та інше. Роботи виконують за допомогою бульдозерів, скреперів, екскаваторів та іншої техніки. Для обмеження розливу в окремих випадках рідка фаза НХР може збиратися в спеціальні ємності (бочки). У зв'язку з цим захист населення і сил ЦЗ організується по можливості завчасно, а у разі виникнення хімічної надзвичайної ситуації проводиться в мінімально короткі строки. Це організується і проводиться управліннями (відділами) з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту територій, штабами сил ЦЗ і суб'єктів господарської діяльності.

Виходячи з того, що у разі аварійної ситуації при виходу (проливу) НХР в атмосферу утворюється зона хімічного зараження, яка може мати значні розміри та призвести до ураження не захищених людей, основними завданнями аварійно-рятувальних підрозділів ДСНС при її ліквідації є:

- \* локалізація зони хімічного ураження з одночасною евакуацією людей з небезпечного місця;
- \* припинення виходу НХР в навколишнє середовище

Організація роботи з ліквідації аварійної ситуації у разі виходу(проливу) НХР. Для успішного вирішення завдань з ліквідації аварійної ситуації у разі виходу(витоку) НХР необхідна попередня підготовка аварійно-рятувальних підрозділів, яка включає в себе знання та виконання наступних дій:

1. Розвідка.
2. Пошук та евакуація потерпілих.
3. Локалізація зони зараження.
4. Ліквідація джерела зараження.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		



5. Дегазація.

6. Санітарна обробка особового складу [3].

### 1.3 Способи локалізації аварії з небезпечними хімічними рідинами з застосуванням піни

До найнебезпечніших (надзвичайно токсичних) хімічних речовин належать:

- сполуки металів (неорганічні та органічні речовини, похідні миш'яку, кадмію, ртуті, свинцю, цинку, талію та тощо).
- карбоніли металів (наприклад, пентакарбоніл заліза, тетракарбоніл нікелю);
- речовини з ціанідними групами (ціанід та його солі, ціанід бензальдегіду, органічні ізоціанати, нітрили);
- сполуки фосфору (фосфорорганічні сполуки, фосфін, хлорид фосфору, фосфідин);
- фторорганічні сполуки (фтористоводнева кислота та її ефіри, фторметанолові речовини та тощо); - хлорангідрони (етиленхлорангідрони, епіхлорангідрони);
- галогени (бром, хлор);
- інші сполуки (наприклад, оксид етилену, аліловий спирт, бромистий метил, фосген);
- високотоксичні хімічні речовини;
- органічні кислоти (наприклад, сірчана кислота, азотна кислота, оцтова кислота, фосфорна кислота);
- луги (наприклад, натрієве вапно, аміак, їдкий калій);
- сполуки сірки (диметилсульфат, сірковуглець, розчинний тіоціанат, хлорид сірки);
- хлор- та бромзаміщені похідні вуглеводнів (метилхлорид, метилбромід);

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		17

- До помірно токсичних, мало токсичних і практично не токсичних хімічних речовин, які не представляють собою хімічної небезпеки, відноситься вся основна маса хімічних сполук [4].

Необхідно відмітити, що особу групи хімічно небезпечних речовин складають пестициди – препарати, які призначені для боротьби з шкідниками сільськогосподарського виробництва, бур'янами і т.д. Більшість з них дуже токсична для людини. За хімічним складом пестициди можна розділити на групи:

- фосфорорганічні сполуки (паратіон, диметоксидхлор-вінілфосфат, карбофос, хлорофос та інші);
- карбонати (севін, карботіон та інші);
- хлорорганічні сполуки (ДДТ, дильдрін, гексахлоран та інші);
- ртутьорганічні сполуки (метилртуть, ацетат метоксіетил-ртуті та інші);
- похідні фенікси оцтової кислоти (2, 4-дихлорфенікс-оцтова кислота-2, 4- Д; 2, 4, 5-трихлорфеніксоцтова кислота – 2, 4, 5-Т);
- похідні дипіридила (паракват, дикват та інші);
- органічні нітросполуки (динітроортокрезол – ДНОК, динітрофенол – ДНФ) та інші.

Також небезпеку становлять такі небезпечні органічні рідини як октен ( $C_8H_{16}$ ;  $CH_3-(CH_2)_5-CH=CH_2$ ) - ненасичений вуглеводень, олефін, алкен, безбарвна рідина з вираженим запахом. Застосовується у виробництві синтетичних мастил, як комономер у виробництві лінійного поліетилену низької щільності та як проміжний продукт у виробництві оксо-спирту, сировинний компонент у виробництві лінійних пластифікаторів. Існують фізичні небезпеки (пари добре змішуються з повітрям і мають тенденцію до утворення вибухонебезпечних сумішей). Внаслідок витоків, змішування тощо може утворюватися статична електрика), хімічна небезпека (може утворювати вибухонебезпечні пероксиди [5]. Бурхливо реагує з сильними окислювачами. (Реагує з кислотами). Може потрапляти в організм при вдиханні парів або через рот і впливати на нервову систему. Вплив може

спричинити сплутаність свідомості. Повторний або тривалий контакт зі шкірою може викликати дерматит. Рідина знежирює шкіру.

Особливо небезпечними є нітросполуки та аміни. Аміни - це похідні аміаку, в яких атоми водню в молекулі заміщені вуглеводневими радикалами. Залежно від кількості радикалів у молекулі розрізняють первинні  $RNH_2$ , вторинні  $RR'NH$  і третинні  $RR'R''N$ . А. За властивостями їх поділяють на аліфатичні, аліциклічні, ароматичні та змішані. Залежно від кількості аміногруп у молекулі розрізняють моноаміни, діаміни, триаміни та поліаміни.

Вторинні й третинні аміни розглядають як похідні первинних амінів. із замісниками при атомі нітрогену. Для утворення назв за вихідний первинний амін вибирають зв'язаний з атомом нітрогену найскладніший за структурою вуглеводневий радикал; решту залишків вуглеводнів перелічують в алфавітному порядку. Для назв найпростіших амінів. найчастіше використовують радикало-функціональну номенклатуру. Первинні ароматичні та змішані аміни розглядають як похідні аніліну; у разі змішаних амінів. положення замісників при атомі нітрогену вказують локантом N.

Бензогексолій застосовують як гангліоблокуючий та гіпотензивний засіб, а сірчанокислу сіль фенаміну — як стимулятор ЦНС. А. широко застосовують у синтезі барвників, фунгіцидів, антиоксидантів. Бензиламін використовують як реагент для якісного визначення молібдатів та волофраматів. Аліфатичні А. викликають порушення проникності стінок кровоносних судин та клітин мембран, функції печінки і дистрофію. Частина з них вражає ЦНС. Ароматичні А. отруйні й викликають утворення метгемоглобіну, який пригнічує ЦНС. Деякі з них є канцерогенами (напр.  $\beta$ -нафтиламін, бензидин, 4-амінодифеніламін, *n*-толуїдин) і викликають рак сечового міхура.

Нітросполуки - це похідні вуглеводнів, що містять одну або кілька нітрогруп -  $NO_2$ . Нітрогрупи мають планарну структуру, з атомами азоту і кисню в  $sp^2$ -гібридному стані. Електронна структура може бути виражена у

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

вигляді двох граничних структур, де один з атомів кисню утворює подвійний зв'язок з атомом азоту, а інший - напівполярний зв'язок. До таких сполук належать нітробензол, нітрометан, 2-нітроетан і 1-нітропропан, які окислюють гемоглобін до метгемоглобіну, а також 1,2,4-тринітробензол, який має наркотичну дію та сильний і виражений алергічний ефект. Похідні нітрофурану використовуються в антибактеріальних засобах (наприклад, нітрофурал, фуразолідон, нітрофурантоїн), серцево-судинних препаратах (нітроглі ), серцево-судинних препаратів (нітрогліцерин, пентаеритриту тетранітрат, ізосорбиду динітрат), антикоагулянтів (нітрофарин), антихолінестеразних препаратів (фосфакол, армін), антигельмінтиків (похідні фенілсаліциланіліду), протипротозойних препаратів (тинідазол, метронідазол), антибіотиків ( хлорамфеніл, паранітробензилпеніцилін тощо).

Одною з небезпечних хімічних рідин ще є несиметричний диметилгідразин (НДМГ) - безбарвна або злегка жовтувата прозора рідина з вираженим, неприємним запахом, характерним для більшості амінів. температура кристалізації  $-57^{\circ}\text{C}$ , Температура кипіння  $+63^{\circ}\text{C}$ , густина  $790 \text{ кг/м}^3$ . Змішується з водою, більшістю нафтопродуктів, етанолом, і багатьма органічними розчинниками. Гігроскопічний (поглинає вологу з повітря).

Самозаймається при контакті з окислювачами, переважно азотною кислотою і тетроксидом азоту, що спрощує конструкцію ракетного двигуна, полегшує запуск і дозволяє багаторазове ввімкнення.

НДМГ та його водний розчин бурхливо реагують з азотною кислотою. Займання відбувається до концентрації 50% водного розчину. Водні розчини з концентрацією нижче цього рівня реагують з утворенням нітратів і продуктів розкладання. НДМГ термічно стійкий до  $350^{\circ}\text{C}$ . В діапазоні  $350-1000^{\circ}\text{C}$  продукти розкладання включають аміак, аміни, синільну кислоту, водень, азот, метан, етан і смолисті речовини. Для окиснення НДМГ може використовуватися, тетроксид азоту. Широко використовується в ракетобудуванні як паливо в гіперголічних парах з азотом і, рідше, з червоною димлячою азотною кислотою та рідким киснем. НДМГ є похідним

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

гідразину і іноді помилково приймається за гідразин. На озброєнні США він значиться під номером MIL-PRF-25604. У Радянському Союзі його неофіційно називали "гептилом" [5].

Незважаючи на відносно високу вартість, НДМГ є привабливим як ракетне паливо через його придатність до тривалого зберігання в баках для ракетного палива і самозаймання при змішуванні з тетроксидом азоту. Метилгідразин, який має дещо вищий питомий імпульс, також використовувався в системах корекції орбіти космічних шатлів.

Деякі ракети, що працюють на гасі, використовують NBMG як запалювальний агент для запуску і прогріву двигуна перед подачею основного палива; NBMG є більш стабільним, ніж гідразин, і може змішуватися з гідразином або навіть повністю його замінювати, особливо за високих температур. НДМГ надзвичайно токсичний і мутагенний (вчетверо токсичніший синильної кислоти). Дія на організм людини: подразнення слизових оболонок очей, дихальних шляхів і легень; сильне збудження центральної нервової системи; розлад шлунково-кишкового тракту (нудота, блювання), у великих концентраціях можлива втрата свідомості.

Бром - червонувато-коричнева рідина з сильним неприємним запахом. Заморожений елемент має вигляд червонувато-коричневих голчастих кристалів і блищить, як метал. Бром кипить при 58,78 °C і перетворюється на жовто-коричневу пару.

Бром трохи розчиняється у воді. Тому він утворює темно-червоні кристали, коли температура не перевищує 5,84 °C. Найкраще для його розчинення підходять органічні сполуки. Ця фізична властивість дозволяє вилучати елемент з різноманітних водних сполук. Елементарний бром - сильна отрута 2 класу небезпеки. Його ні в якому разі не можна вживати всередину.

Дуже небезпечні пари речовини:

- При концентрації 1 мг/м<sup>3</sup> і більше газ викликає кашель, нежить, кровотечу з носа, запаморочення і головний біль.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- При концентраціях, що перевищують зазначений поріг, у людини може початися набряк легенів, задуха, бронхіт, в деяких випадках можливий смертельний результат.

#### **1.4 Ізоляція поверхонь токсичних рідин пінами швидкого твердіння**

При локалізації джерела зараження, основним завданням є запобігання формуванню хмари зараженого повітря і недопущення його поширення в атмосфері. Цього можна досягнути шляхом зменшення швидкості її випаровування або поглинання парів різними абсорбентами . У більшості випадків в якості абсорбентів парів рідини використовують воду. Цей метод реалізується постановкою водяних завіс [6].

При відсутності ефективних абсорбентів можна використовувати метод розсіювання парової хмари за допомогою теплових потоків або димососів . В останньому випадку загальна кількість парів токсичної рідини не зменшується, а вони лише розбавляються повітрям.

Зменшити швидкість випаровування рідини можна рядом способів. Можна зменшити площу випаровування токсичної рідини шляхом обвалування протоки, збору рідкої фази в приямки-пастки, засипки протоки сипучими сорбентами . Також використовуються методи покриття дзеркала протоки полімерною плівкою, розведення протоки водою або нейтралізуючим розчином, а також введенням в рідку фазу загусників.

Найбільш широке поширення отримав метод ізоляції поверхні пролитої токсичної рідини повітряно-механічною піною [7]. Головними проблемами, з якими доводиться стикатися оперативно-рятувальними підрозділам при локалізації проток токсичних рідин є малий час дії ізолюючих засобів (пін) і великі витрати абсорбуючих речовин, а також відносно швидке руйнування піни внаслідок дії на неї різноманітних чинників.

Для усунення перерахованих недоліків повітряно-механічних пін було запропоновано використовувати гелеутворюючі склади (ГУС) [8]. Гелеподібний шар може забезпечувати ізоляцію поверхні токсичних рідин .

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
						22
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Цю здатність гелеподібних шарів було запропоновано використовувати для гасіння горючих рідин . При цьому для забезпечення плавучості шару гелю в рідинах було запропоновано використовувати легкий негорючий носій – гранульоване піноскло.

Особливу небезпеку становлять саме пари токсичних рідин, які при потраплянні в організм ,отруюють його,а також здатні до самозаймання та вибуху.

Випаровування фазовий перехід речовини з рідкого стану в газоподібний. У замкнутому просторі рідина випаровуватиметься до досягнення фазової рівноваги між досягнення фазової рівноваги між рідкою та газоподібною фазою. Тиск парів рідини в умовах рівноваги називають тиском насиченої пари насиченої пари. У такому стані швидкість випаровування стає рівною швидкості зворотного процесу, який називається конденсацією [9] .

У випадку незамкненого простору над рідиною рівноваги між рідиною і газоподібною не настає і рідина випаровуватиметься до повного переходу в газоподібну фазу. У більшості випадків під час пожеж класу "В" має місце горіння в незамкнутому просторі. Першою стадією процесу горіння є процес випаровування. Причому зазвичай ця стадія є найповільнішою в багатостадійному процесі горіння. У хімічній кінетиці така стадія називається лімітуючою.

У реальних умовах процес випаровування рідин може відрізнитися від математичного опису . Насамперед, у реальних умовах може мати місце Спеціальних пін, призначених для ізоляції поверхні розливів ПР, до теперішнього часу не розроблено. Залежно від ситуації, що склалася обстановки, що склалася, проводять комплекс заходів щодо зниження концентрації парів ТР у повітрі. Наприклад, можна провести обвалування розливу і подальше нанесення ізолюючого шару піни. У разі недостатності вжитих заходів для зниження концентрації токсичних парів можна організувати водяні завіси і розсіювання вторинної хмари повітряно-газовими потоками [10].

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

З інших методів локалізації розливів можна відзначити метод охолодження. Як зазначалося вище, цей механізм зменшення швидкості випаровування на практиці реалізується під час гасіння рідин. Однак у випадках розливу ТР її температура зазвичай близька до температури навколишнього середовища. Це вимагає для охолодження використання речовин з дуже низькою температурою. З економічних міркувань вибір таких речовин обмежений рідким азотом (-196°C), рідкою і твердою вуглекислою (-79°C). Тверда вуглекислота не забезпечує ізоляцію поверхні рідин, але має високу охолоджувальну та розріджувальну дію.

Для ізоляції поверхні летких рідин в більшості випадків використовують повітряно-механічну піну [11]. Піни - це грубодисперсні висококонцентровані системи, в яких дисперсною фазою є бульбашки газу, а дисперсійним середовищем - рідина у вигляді тонких плівок. Піни, на відміну від інших дисперсних систем, склад яких визначається концентрацією дисперсної фази, характеризуються змістом дисперсійного середовища. Об'єм рідкого дисперсійного середовища, який знаходиться у прошарках між бульбашками газу. Піни є вкрай нестійкими дисперсними системами, так як щільність в сотні і навіть тисячі разів перевищує щільність газу, з якого формуються. Це призводить до руйнування пін.

### **1.5 Висновки**

1. Найбільш універсальним методів зменшення швидкості випарування токсичних рідин є нанесення на їх поверхню повітряно-механічних пін.

2. Суттєвим недоліком повітряно-механічних пін як засобу ізоляції поверхонь токсичних рідин є їх низька стійкість.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



## РОЗДІЛ 2. ВИГОТОВЛЕННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ РОЗЛИВІВ ТОКСИЧНИХ РІДИН

### 2.1 Піни швидкого твердіння

У повітряно-механічних пінах обсяг газоподібної фази набагато перевищує обсяг рідини. Піни мають комірково-плівкову структуру, в якій заповнені газом комірки розділені тонкими рідкими плівками. Вони є термодинамічно нестійкими системами. Руйнування пін зумовлене протіканням процесів зменшення товщини плівок із часом.

Обов'язковою умовою утворення стійкої піни є наявність у воді поверхнево-активних речовин (ПАР). Робочі розчини для гасіння пожеж готуються розведенням піноутворювачів (ПУ) водою до потрібних концентрацій. Піноутворювачі крім ПАР містять низку речовин, що підвищують вогнегасні характеристики пін. Тривалий час як ПУ використовували піноутворювачі загального призначення. Досвід їх практичного застосування виявив суттєві недоліки. Це призвело до розроблення пін спеціального призначення, які допускають використання підшарового методу подачі піни.

Одним із різновидів пін є низьократні піни на основі плівкоутворювальних фторвмісних піноутворювачів. У разі використання таких ПУ під час гасіння рідин відбувається переважно за рахунок ізоляції її поверхні плівкою водного розчину піноутворювача. Утворена плівка, незважаючи на більшу щільність, ніж у горючої рідини, за рахунок низького поверхневого натягу набуває здатності утримуватися на її поверхні [11].

Також запропоновано метод гасіння пожеж та ізоляції поверхонь рідин за допомогою піноутворюючих систем з зовнішнім піноутворенням. Для реалізації такого способу гасіння рідин необхідні дві окремі ємності з двома розчинами. Ці розчини окремо одночасно подаються в розпиленому вигляді в осередок пожежі або на поверхню рідини. На поверхні рідини частина дрібних крапель не тоне, а встигають змішатися. Склади розчинів підібрано

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

таким чином, щоб під час їх змішування виділявся газ. За наявності в розчинах ПУ утворюється піна. низької кратності (10-20). Стійкість такої піни не перевищує 15 хвилин. В цей час роботи в цьому напрямку тривають. Одним із найбільш суттєвих недоліків розглянутих вище методів пінного пожежогасіння є низька стійкість вогнегасних пін. Піна на поверхні рідин, що горять, зберігається не більше кількох десятків хвилин.

Суттєвим розвитком методу пінного пожежогасіння є розробка вогнегасних пін, що швидко твердіють [12]. У цьому методі поєднується процес спінювання і гелеутворення, в результаті чого результатом чого протягом часу від 2 секунд до 2 хвилин відбувається твердіння піни. За твердженнями авторів розробки, утворюється стійка жорстка піна, яка при тепловій дії набирає міцність і перетворюється на пінокерамічний матеріал. Одночасно зазначається, що висушений шар твердої піни руйнується при всмоктуванні води. Впровадження пропонованого способу, мабуть, дасть змогу розв'язати проблему низької стійкості пін. Недоліком цієї розробки є наявність у складі компонентів піноутворювальної системи токсичних і органічних речовин. Як альтернативу цій розробці запропоновано використовувати в якості компонентів піноутворювальної системи в основному неорганічні речовини.

## **2.2 Переваги створення пін швидкого твердіння з використанням явища гелеутворення**

Для забезпечення втрати текучості піни в роботах [13] запропоновано використовувати явище гелеутворення які були раніше запропоновані в роботі [10]. У результаті реакції водних розчинів гелеутворювача та активатора гелеутворення утворюється силікатний каркас у плівках осередків піни. При цьому основний об'єм плівок піни становить вода. У таких пінах процес стікання води з плівок піни сповільнюється, що призводить до збільшення стійкості пін. У міру стікання води з пінних плівок вони тоншають. У результаті відбувається розрив водної плівки. При цьому на початковому етапі цілісність силікатного каркаса зберігається.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Після завершення стікання рідини частина води залишається адсорбованою на силікатному каркасі. Надалі відбувається випаровування адсорбованої води. При цьому відбувається поступове руйнування силікатного каркаса, спочатку у верхніх шарах ПШТ, яке через кілька діб доходить до нижнього шару. Візуально спочатку спостерігається розтріскування піни, а в подальшому обсіпання висохлих шарів.

Основні практичні результати цієї роботи можна сформулювати таким чином:

- ізолюючі властивості ПШТ вищі, ніж в інших водопінних засобів;
- ізолювальні властивості ПШТ зменшуються для парів рідин добре розчинних у воді;
- ізолювальні властивості зростають зі зростанням в'язкості водної плівки;
- дифузія парів рідин через водну плівку зменшується зі збільшенням розміру молекул рідини.

### **2.3 Вибір компонентів піноутворюючих систем для забезпечення завданого часу втрати текучості**

Для вибору компонентів для створення ПШТ, буде розглянуто їхні характеристики для систем з детально описаною технологією їх отримання у роботах [14].

Дослідження часу втрати плинності гелеутворювальних систем  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$  та  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , які запропоновано використовувати для отримання ізолюючих пін [15].

У цих роботах було запропоновано 7 складів ПШТ. У наведених вище роботах не було проведено вибору оптимального складу піноутворювальних композицій.

Втрата плинності таких пін зумовлена процесом гелеутворення між компонентами піноутворювальних систем. Один із розчинів містить компонент гелеутворювач, а другий розчин каталізатор (активатор)

					НУЦЗУ.2.19-048.CX та ХТ.РПЗ.03	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

гелеутворення). У цій роботі під гелем будемо розуміти систему з великим вмістом рідкої фази, яка повністю втратила текучість. Втрата плинності відбувається внаслідок утворення просторової твердофазної сітки (каркаса). Рідка фаза утримується в порожнинах утвореного каркаса.

На підставі аналізу літератури в якості гелеутворювача було обрано водний розчин натрієвого рідкого скла (полісилікат натрію). Рідке скло використовують як в'язучий, інгібітор корозії сплавів заліза, як основний компонент силікатного клею, сировину для отримання інших силікатів і силікагелю. Фізико-хімічні властивості рідкого скла, що виробляється, встановлюються залежно від галузі застосування. Найпоширенішим видом рідкого скла є концентрат, який використовують у будівництві.

У літературі відома велика кількість речовин, що викликають гелеутворення. У роботі представлено результати з визначення часу швидкого гелеутворення більш ніж 30 гелеутворювальних систем. Системи, у яких як каталізатори гелеутворення виступали солі двох і тривалентних металів викликають дуже швидке гелеутворення. При зменшенні концентрації каталізаторів гелеутворення не відбувається суттєвого збільшення часу гелеутворення, а утворюється аморфний неоднорідний осад. При цьому система, що утворюється, повністю не втрачає плинність. Розчини низки сильних і слабких кислот давали змогу варіювати в широких межах часи гелеутворення, але через їхню високу агресивності були виключені з розгляду. Найбільш прийнятними в якості каталізаторів гелеутворення показала себе низка кислих солей ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ) і амонійних солей ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) і  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Концентрації гелеутворювача і чотирьох каталізаторів гелеутворення ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  і  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), що забезпечують час гелеутворення  $60 \pm 15$  с. гелеутворення  $60 \pm 15$  с були експериментально визначені в роботах [17],[18].

Для здешевлення ГУС нами прийнято до розгляду як каталізатор гелеутворення амофос. Амофос - комплексне азотно-фосфорне водорозчинне добриво, яке випускається у великих кількостях у багатьох країнах світу. Основним компонентом його є моноамонійфосфат (номенклатурна назва

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

дигідрофосфат амонію)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . У невеликих кількостях у ньому міститься діамонійфосфат  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Раніше він був запропонований як каталізатор швидкого гелеутворення для вогнегасних систем, призначених для гасіння твердих горючих матеріалів. Однак можливість його використання для вогнегасних систем із регульованим часом гелеутворення раніше не розглядалася.

Методика експерименту з визначення часу гелеутворення запозичена з вищенаведених робіт і наведена нижче.

Для визначення часу гелеутворення було проведено експерименти з визначення часу гелеутворення при змішуванні компонентів ГУС [15]. На час гелеутворення впливає температура, яка в дослідах становила  $(19 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Розчини каталізаторів гелеутворення готувалися ваговим методом шляхом розчинення висушених твердих речовин у воді. Крім того, концентрації їх контролювалися за густиною розчинів, яку визначали за допомогою ареометра (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Визначення густини розчинів за допомогою набору ареометрів АОН-1

Розчини рідкого скла готувалися розведенням водою вихідного концентрату з концентрацією 40%. Масовий вміст  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5 \text{SiO}_2$  у системі після змішування розраховували за формулою:

$$\omega_1 = \frac{V_1 \cdot \rho_1 \cdot \omega_1^0}{V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2}, \quad (2.1)$$

де  $\omega_1$  - масовий вміст  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5 \text{SiO}_2$  у концентраті;  $V_1, V_2$  - об'єм концентрату і води;  $\rho_1, \rho_2$  - густина концентрату і води.

Концентрації  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,5 \text{SiO}_2$  також контролювали за густиною розчинів. Для визначення часу гелеутворення зливалися по 7 мл розчину гелеутворювача і каталізатора гелеутворення в пластмасовому прозорому стаканчику. Після цього проводили перемішування розчинів і візуальне спостереження за втратою плинності шляхом нахилу стаканчиків (Рис. 2.2). Кожен експеримент проводили 3 рази, після чого розраховували середні значення.



Рис. 2.2. Ілюстрація досліду з визначення часу гелеутворення систем.

Результати експерименту подано в таблиці 2.1.

Значення часів гелеутворення (t) для ГУС амофос +  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  для різних концентрацій компонентів (C)

C, мас % амофос	мас % $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ .			
	10	11	12	13
	t, с			
11	105	81	60	47
12	93	70	51	37
13	79	62	37	32

Крім того для були проведені часи гелеутворення в умовах, коли утворюються піни. У такому разі до кожного компонента ГУС додавали піноутворювач, що призводило до деякої зміни концентрацій речовин у композиції, яка утворилася після змішування. Попередні досліди показали, що часи втрати плинності пінами близькі до часів гелеутворення відповідних ГУС. Тому під час дослідження часу втрати плинності пін було обрано тільки ті концентрації компонентів ГУС, у яких час гелеутворення входять або близькі до інтервалу 50 - 80) с. Нижня межа часового інтервалу має забезпечити можливість змішання компонентів піноутворювальної системи, її спінювання, подачі та розтікання поверхнею рідини. Наявність верхньої межі обрано з міркувань забезпечення мінімального руйнування ще незатверділої піни.

Для визначення часу втрати плинності пінами зливалися по 50 мл розчинів гелеутворювача і каталізатора гелеутворення [15]. У кожен розчин було додано концентрат піноутворювача "Морський" у такій кількості, щоб його масовий вміст у системі становив 6 %. Зливання проводили в пластиковій ємності об'ємом 1 л із широкою горловиною. Далі розчини перемішували протягом 5 с, після чого спінювалися шляхом інтенсивного струшування протягом 10 с. Піну, що утворилася, виливали на рівну пластмасову пластину, яка перебуває в горизонтальному положенні. Після

					НУЦЗУ.2.19-048.CX та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

цього проводилося візуальне спостереження за втратою плинності піни шляхом нахилу пластикової пластини на кут  $\sim 45^\circ$  (Рис.2.3).



Рис. 2.3 Фіксація втрати текучості піни

Під час втрати плинності не спостерігалось суттєвої деформації піни та її стікання. Час втрати плинності відраховувався від моменту зливання компонентів ГУС. Результати експериментів наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Значення часів втрати текучості піни (t) для ГУС амофос +  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  + 6% ПО для різних концентрацій компонентів (С)

С, мас % амофос	мас % $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ .			
	10	11	12	13
	t, c			
11	>120	94	75	53
12	>120	83	62	46
13	102	57	46	35

Таким чином, можна зробити висновок, що ця піноутворювальна система забезпечує можливість втрати плинності піни в широкому діапазоні



часів. Для подальших досліджень її було обрано для подальших досліджень. (таблиці 2.3).

Таблиця 2.3.

Концентрації гелеутворювача та каталізатора гелеутворення ( $C_2$ ) і час втрати текучості ( $t$ ) для система амофос +  $Na_2O \cdot 2,5 SiO_2 + 6\%$  ПУ\*

$C_1$ , мас.%	Каталізатор гелеутворення	$C_2$	$t$ , с
11	амофос	13	57

\*В усіх системах присутній ПУ «Морской» з концентрацією 6%

#### 2.4 Дослідження властивостей швидкотвердіючих піп

Суттєвим розвитком методу пінного пожежогасіння є розробка вогнегасних твердіючих піп, що твердіють [16]. У цьому методі поєднується процес спінування і гелеутворення в результаті чого протягом часу від протягом часу від 2 секунд до 2 хвилин відбувається затвердіння піни. За твердженнями авторів розробки утворюється стійка тверда піна, яка під час теплового впливу набирає міцність і перетворюється на пінокерамічний матеріал. Це, в свою чергу, дає змогу використовувати твердну піну як вогнегасний засобу, зокрема й для гасіння пожеж класу "В". Одночасно зазначається, що висушений шар твердої піни руйнується при вбиранні води. Впровадження запропонованого способу гасіння, мабуть, дасть змогу розв'язати проблему низької стійкості піп. Нині відбувається впровадження цього вогнегасного засобу в практику пожежогасіння, а також для локалізації аварій з витоком парів небезпечних хімічних рідин [17].

##### 2.4.1 Визначення кратності піп швидкого твердіння

Щоб створити піну у пластикової ємності об'ємом 1 л змішували 3 мл піноутворювача, 25 мл розчину гелеутворювача і 25 мл каталізатора гелеутворення. Потім швидкими рухами перемішували суміш і піну

переливали в мірний стакан об'ємом 1 л. Після твердіння піни візуально визначали її об'єм. Кратність розраховали за формулою:

$$K = V_{\text{п}} / V = 570 / 53 = 10,8 \quad (2.2)$$

де  $V_{\text{п}}$  - об'єм піни;  $V$  - об'єм рідини з якої утворилася піна.

Кратність піни для піноутворювача «Морський», склала 11.

#### 2.4.2 Дослідження плавучості пін швидкого твердіння

У роботі було вивчено поведінку ПШТ  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  (9%) +  $\text{NaHCO}_3$  (9%) + 6% ПУ + 0,5% КМЦ на поверхні бензолу [18]. У цій роботі за такою ж методикою проведені дослідження плавучості та ізолюючих властивостей твердої піни на основі системи амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% + 0,5% КМЦ на поверхні бензолу. Дослідження плавучості ПШТ проводилися у скляних ємностях. Висоті верств визначалися візуально з використанням вимірювальної лінійки (Рисунок 2.4). Піна отримувалась шляхом струшування. Товщина шару піни становила 5 см. Відповідні результати представлені в таблиці 2.4.



Рис. 2.4. Ілюстрація дослідження визначення плавучості твердої піни

Плавучість швидкотвердіючої піни (%) відразу після нанесення на поверхню рідин (Пл0) через 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 і 3,5 години після нанесення (Пл0, Пл0,5, Пл1, Пл1,5, Пл2, Пл2,5, Пл3, Пл3,5) та час виходу рідини на верхню поверхню ПШТ амофос (13%) + (Na<sub>2</sub>O·2,5SiO<sub>2</sub>) (11%) + 6% ПО + 0,5%КМЦ: (t)

Рідина	Пл <sub>0</sub>	Пл <sub>0,5</sub>	Пл <sub>1</sub>	Пл <sub>1,5</sub>	Пл <sub>2</sub>	Пл <sub>2,5</sub>	Пл <sub>3</sub>	Пл <sub>3,5</sub>	t, годин
Бензол	74	44	22	19	16	12	10	8	4

Початкова плавучість ПШТ складала 74%. Через 3 години вона зменшилась до 10%. Повне занурення піни у бензен сталось через 4 години.

### 2.4.3 Дослідження стійкості пін швидкого твердіння

Важливою характеристикою твердої піни є час її існування. Процес локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливом токсичних летких речовин, може становити години, а в деяких випадках і кілька діб [ 18].

Для цього піни, отримані таким самим чином як у дослідженнях з визначення часу втрати плинності (Розділ 2.4.2), залишалися на 5 діб у приміщенні лабораторії за температури 19±2°C. Їх наносили товщиною 5 см на пластикову поверхню. Візуальні спостереження проводилися через 2, 4, 6 і 8 годин, а потім через 1, 2, 3, 4 і 5 діб. Перші ознаки руйнування пін за товщини шару 2 см у всіх випадках з'являлися через ~6 годин. Через 1 добу така піна руйнувалася на глибину 1 см. Через 2 доби вона руйнувалася повністю. Характер руйнування затверділих пін відрізнявся від руйнування ВМП. Затверділі піни висихали, починаючи з поверхні. При цьому частина твердих пін розсипалася на дрібні частинки, а частина під час висушування обсипалася частково. В останньому випадку твердий каркас піни, в основному зберігався, а висота піни практично не змінювалася. Візуально висохлий шар такої піни трохи відрізняється від зволоженого шару [19].

Час існування твердих піні з різною товщиною шару для дослідженої  
ПУС

Товщина слою піни, см	Час існування піни , годин								
	2	4	6	8	24	48	72	96	120
амофос (13%) + (Na <sub>2</sub> O·2,5SiO <sub>2</sub> ) (11%) + 6% ПУ,									
5	+	+	+	+	+	±	*	*	-

(+) - відсутність видимих руйнувань

(±) - висихання верхнього шару

(-) - повне обсіпання висохлого шару піни

(\*) повне висихання шару піни з частковим збереженням каркаса

твердої піни.

На рис. 2.5 наведено зовнішній вигляд твердої піни через різні проміжки часу.

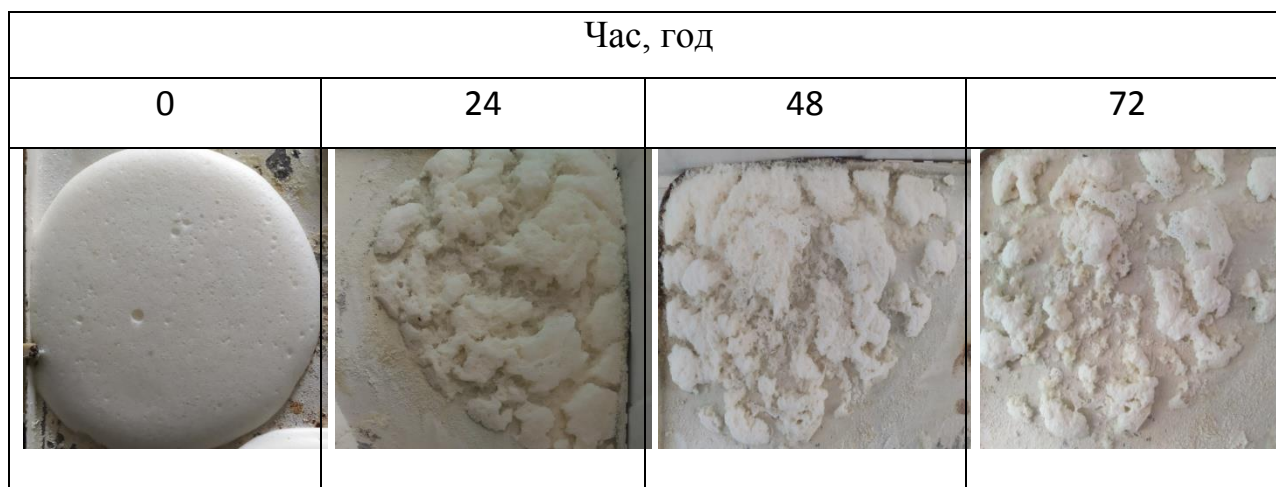


Рис. 2.5. Зовнішній вигляд твердої піни через різні проміжки часу

Це дозволяє констатувати, що ПШТ товщиною 5 см, яка нанесена на тверду поверхню протягом 24 годин показує відсутність видимих руйнувань

#### 2.4.4 Визначення ізолюючих властивостей пін швидкого твердіння

Як рідину, як і раніше, було обрано бензол. Лабораторним модельним осередком було обрано металеву ємність циліндричної форми з внутрішнім діаметром 11,2 см [20]. У нього заливалося 300 мл води і 100 мл бензену. Це відповідало висотам шару води 3 см і шару бензину 1 см. Далі формувався шар ПШТ складу амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% ПУ висотою 3 см. При цьому висота вільного борту становила 4 см.

Далі через кожні 5 хвилин до поверхні піни підносили факел, що горить, і фіксували наявність чи відсутність спалаху або займання. Через 45 хвилин уперше було зафіксовано спалах поблизу борту металевієї ємності. Через 55 хвилин уперше було зафіксовано спалах над більшою частиною поверхні піни. А через 65 хвилин при піднесенні факела виникло займання вздовж борту металевієї ємності (Рис.2.6).



Рис. 2.6. Час від початку дослідів: а) 0 хвилин; б) 60 хвилин в) 85 хвилин; г) 100 хвилин охопило більшу частину поверхні ПШТ

За результатами дослідження можна зробити висновок, що ізоляція ПШТ поверхні бензину забезпечує протягом 65 хвилин недосягнення над шаром твердої піни заввишки 3 см концентрації парів бензину, що дорівнює нижній концентраційній межі поширення полум'я [21].

## 2.5 Висновки

1. Процес руйнування ПШТ істотно відрізняється від такого ж процесу ВМП, у ПШТ руйнування відбувається за рахунок випаровування води з гелевих плівок, що призводить до їх усадки, розтріскування і часткового або повного обсипання.
2. Процес випаровування рідини відбувається набагато повільніше порівняно з процесом стікання води в пінних розділових плівках.
3. В якості піноутворюючої системи для одержання піни швидкого твердіння обґрунтовано вибір композиції амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% ПУ (Морський).
4. Експериментально визначено кратність твердої піни, одержаної методом струшування. Вона склала 11.
5. Початкова плавучість ПШТ склала 74%. Через 3 години вона зменшилась до 10%. Повне занурення піни у бензені сталось через 4 години.
6. ПШТ товщиною 5 см, яка нанесена на тверду поверхню протягом 24 годин показує відсутність видимих руйнувань.
7. Ізоляція ПШТ поверхні бензену забезпечує протягом 65 хвилин недосягнення над шаром твердої піни заввишки 3 см концентрації парів бензену, що дорівнює нижній концентраційній межі поширення полум'я.

## РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1 Основні поняття про охорону праці

Поняття охорони праці визначено у статті 1 Закону України від 14 жовтня 1992 року "Про охорону праці". Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини у процесі праці. Поняття охорони праці також включає всі заходи, спеціально спрямовані на створення особливо легких умов праці для жінок, неповнолітніх і працівників зі зниженою працездатністю [22].

Охорона праці та здоров'я громадян є одними з пріоритетних напрямів соціальної політики України. Так, Конституція України визначає право кожного на належні, безпечні і здорові умови праці як одне з основних соціальних прав громадян і передбачає, що забороняється використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах.

Основні законодавчі акти про охорону праці.

Конституція України, Закони України "Про охорону праці", "Про охорону здоров'я", "Про пожежну безпеку", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання" та Кодекс законів про працю України. України "Про охорону праці".

Державний контроль за охороною праці здійснюють

- Кабінет Міністрів України;
- Центральні органи виконавчої влади зі спеціальними повноваженнями з нагляду за охороною праці;
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- Рада міністрів Автономної Республіки Крим;

- Місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування.

Повноваження та відповідальність у сфері охорони праці визначені Законом України "Про охорону праці".

Кабінет Міністрів України є вищим органом державної влади, який здійснює державне управління охороною праці в країні. Кабінет Міністрів забезпечує реалізацію державної політики у сфері охорони праці, затверджує державну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, визначає функції загальних і галузевих міністерств з питань охорони праці та визначає порядок створення і використання фондів охорони праці.

Державна служба України з нагляду за охороною праці (Держнаглядохоронпраці) безпосередньо реалізує державну політику в галузі охорони праці та здійснює комплексне управління охороною праці в країні;

- формує та контролює виконання загальнодержавних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища
- координує діяльність міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій та об'єднань підприємств у сфері охорони праці:
- бере участь у міжнародному співробітництві, поширює світовий досвід у сфері охорони праці та багато іншого.

Рішення Національної комісії є обов'язковими для виконання всіма міністерствами, іншими органами державної влади та підприємствами.

### **3.2 Вимоги безпеки при поводженні з небезпечними хімічними речовинами**

Відповідно до статті 6(1) Конвенції, при поводженні з хімічними речовинами слід враховувати їхню природу:

- 1) Токсичність (з урахуванням гострої та хронічної дії).

Вплив на окремі органи.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



2) Хімічні та фізичні властивості, зокрема горючість, вибухонебезпечність, окислювальну та небезпечні реакції;

3) корозійні та подразнюючі властивості;

4) Алергічні та сенсibiliзуючі ефекти;

5) канцерогенні

6) вплив на репродуктивну систему.

7) тератогенні та мутагенні ефекти.

Там, де це можливо, компетентні органи повинні складати і регулярно оновлювати зведений перелік хімічних елементів і сполук, що використовуються у виробництві, разом з відповідною інформацією про безпеку. Перелік повинен бути підготовлений для хімічних елементів і сполук, які ще не включені до зведеного переліку.

Вимоги до маркування та етикетування хімічних речовин, повинні бути такими, щоб ті, хто займається розподілом або використанням хімічних речовин, могли розпізнавати і відрізнити їх як при отриманні, так і під час використання, з метою забезпечення їх безпечного застосування. Вимоги до маркування небезпечних хімічних речовин повинні охоплювати інформацію, яка повинна міститися на етикетці відповідно до існуючих національних і міжнародних систем, яка може включати, де це доречно, такі відомості: торговельну назву; властивості хімічної речовини; назву, адресу і номер телефону постачальника; символи безпеки; вказівку на особливі ризики, пов'язані з використанням; застережні інструкції; ідентифікацію партії продукту; вказівку на те, що користувачеві доступний паспорт безпеки матеріалу, що містить додаткову інформацію; класифікацію відповідно до системи, визначеної компетентним органом; розбірливість етикетки; довговічність однаковість етикеток і символів, включаючи їх розбірливість, розмір і колір. Етикетки повинні бути легко зрозумілими для працівників.

### 3.3 Вимоги безпеки перед початком роботи

- Працівник перед початком роботи повинен:

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- одягнути та привести до ладу передбачений для виконання роботи спецодяг, спецвзуття та ЗІЗ;
- оглянути і привести в належний стан робоче місце, прибрати все зайве; перевірити стан обладнання лабораторії та підготувати необхідні матеріали;
- переконатися в достатній освітленості робочого місця;
- оглянути прилади та електрообладнання, яке буде використовуватися в роботі, переконатися у відсутності зовнішніх пошкоджень.

Хімічні реактиви повинні мати концентрацію і кількість необхідну для проведення робіт. Весь посуд, в якому знаходяться хімічні речовини повинен бути відповідно промаркованим. Перед використанням реактиву необхідно переконатися в тому, що взято необхідний реактив по етикетці на тарі. При виявленні загрози безпечному проведенню роботи, необхідно доповісти про це безпосередньому керівнику і до роботи не приступати. Дозволяється приступати до роботи тільки після усунення виявлених недоліків.

### **3.3 Системи вентиляції. Класифікація, розрахунок, експлуатація та обслуговування систем**

Для створення сприятливого середовища, оптимальної температури і вологості у всіх житлових і виробничих приміщеннях використовують системи вентиляції. Залежно від способу циркуляції повітря, призначення, конструкції виконання і області застосування системи вентиляції поділяють на типи. Щоб бути впевненим у доцільності застосування тієї чи іншої системи для конкретного приміщення, необхідно ознайомитися з основними видами, функціями і призначенням вентиляційних систем. Класифікація систем вентиляції. Розрізняють наступні типи вентиляційних систем:

Залежно від способу переміщення повітряних потоків:

- з природним спонуканням (природна вентиляція);
- з механічним спонуканням (примусова вентиляція).

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В залежності від призначення:

- припливна вентиляція;
- витяжна вентиляція;
- комбінована вентиляція.

Розрахунок вентиляційних систем:

Результатом розрахунку вентиляції повинна бути надійна і зручна в управлінні система вентиляції, що забезпечує необхідний повітрообмін з малим рівнем шуму. Багато при розрахунку користуються підготовленими калькуляторами для автоматичного підбору параметрів вентиляційної установки.

Повітряні системи опалення, поєднане з вентиляцією, здатні забезпечити теплом весь будинок

При розрахунку вентиляції вимагається обов'язкове керівництво державними стандартами і правилами, вираженими в СНіП 41-01-2003, а також відповідними санітарно-гігієнічними вимогами.

Розрахунок системи вентиляції об'єднує у собі кілька етапів. Розраховується повітрообмін (продуктивність по повітрю), визначається в кубічних метрах в одиницю часу (годину). Для розрахунку складається схема об'єкта з зазначенням розмірів і призначення кожного приміщення. Повітрообмін розраховується за двома показниками: кількість людей і кратність.

Розрахунок по кратності:

$$L=n \cdot H \cdot S, \quad (3.1)$$

де  $n$  – кратність (нормативна) повітрообміну,  $H$  – висота приміщення, м,

$S$  – площа приміщення,  $m^2$ .

Значення  $n$  для житлових об'єктів 1-2, для офісних 2-3.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$L = n \cdot H \cdot S = 3 \cdot 3,6 \cdot 40 = 432 \text{ м}^3/\text{год.}$$

З отриманих значень повітрообміну для вентиляції приймається більше. Необхідний повітрообмін становить 432 м<sup>3</sup>/год.

### 3.4 Висновки

1. Наведено основні поняття Про основи охорони праці, та якими основними законодавчими актами вона керується

2. Проведено розрахунок вентиляційної установки хімічної лабораторії з метою отримання нормальних умов виробничого середовища та наведені основні правила поводження з хімічними речовинами.

3. Для комфортних умов праці необхідний повітрообмін становить 432 м<sup>3</sup>/год, що відповідає державним нормам контролю, вираженими в СНіП 41 - 01-2003, а також відповідними санітарно-гігієнічними вимогами.

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

## ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу методів ізоляції поверхонь розливів токсичних рідин встановлено, що найбільш універсальним методів зменшення швидкості випарування токсичних рідин є нанесення на їх поверхню повітряно-механічних пін.

2. Недоліком повітряно-механічних пін як засобу ізоляції поверхонь токсичних рідин є їх низька стійкість.

3. Для підвищення ефективності пінних засобів ізоляції поверхонь токсичних рідин доцільно використовувати піни швидкого твердіння.

4. Показано, що для забезпечення втрати текучості пін швидкого твердіння доцільно використовувати явище гелеутворення.

5. Вперше запропоновано в якості піноутворюючої системи використати композицію амофос (13%) +  $(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2)$  (11%) + 6% ПУ «Морський».

6. Експериментально визначено такі характеристики твердої піни: кратність, плавучість, стійкість та ізолюючі властивості:

- кратність 11;
- початкова плавучість - 74%.
- відсутність видимих руйнувань 24 години;
- протягом 65 хвилин недосягнення над шаром твердої піни заввишки 3 см концентрації парів бензену, що дорівнює нижній концентраційній межі поширення полум'я.

7. Показана суттєва перевага запропонованої піноутворюючої системи по зрівнянню з звичайними повітряно-механічними пінами за параметром стійкості.

8. Проведено розрахунок вентиляційної установки хімічної лабораторії з метою отримання нормальних умов виробничого середовища та наведені основні правила поводження з хімічними речовинами.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж.

2. Наказ. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розроблення розділу "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" у складі проектної документації об'єктів (Методичні рекомендації, розд.2) 10.02.2012 № 485.

3. Міністерство екології та природних ресурсів, Наказ "Про затвердження Переліку небезпечних властивостей та інструкцій щодо контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням" від 16.10.2000 N 165)

5. Корольченко Д.А. Гасіння горючих рідин піною из плівкоутворюючих піноутворювачів. // Пожежовибухобезпека .2017. т.26. №8.С.45 55.

6. Buck R.C., Franklin J., Berger U., Conder J. M., Cousins I. T., Voogt P., et al. Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins // Integrated Environmental Assessment and Management. 2012. No. 4. Vol. 7. P. 513-541

7. Martin J. W., Smithwick M. M., Braune B. M., Hoekstra P. F., Muir D. C. G., Mabury S. A. Identification of long-chain perfluorinated acids in biota from the Canadian Arctic // Environ Sci. Technol. 2004. No. 38. P. 373-380.

8. Gsell J/ Assessment of fire suppression capabilities of water mist Fighting compartment fires with the Catting Extinguisher. Ulster: Ulster University. 2010.- 138 p.

9. Ostapov K.M. Development of the installation fo the binary feed of gelling formulations to the extinguishing facilities / K.M. Ostapov, Yu. Senchin, V.V. Syrovoy // Science and Education a New Demension. Natural and Technical Science Budapest: Rozsadomb, 2017. Issue 121 p. 99-107.

					НУЦЗУ.2.19-048.CX та ХТ.ППЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

10. Киреев А. А. Экспериментальное исследование влияния характеристик гелеобразного слоя на его изолирующие свойства по отношению к парам органических жидкостей // Проблемы надзвичайних ситуацій, 2017. № 26. С. 43-48.

11. Jiang-hua ZHAN, GabLai-jun ZHAO, Risk Analysis of Dangerous Chemicals Transportation // Systems Engineering Theory & Practice, 2007. №27. P. 117-122.

12. Петухов Р. А., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Савченко О. В. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливом летючих токсичних рідин шляхом використання пін із заданим часом твердіння // Проблемы надзвичайних ситуацій, 2019. № 29. С. 37-46.

13. Аварії на радіаційно, хімічно та біологічно небезпечних об'єктах. Довідник / Грек А. М., Сакун О. В., Григорєв О. М. та ін. Харків: ФВП НТУ «ХП». 2012. 172 с.

14. Підвищення часу існування пін швидкого твердіння // Проблемы надзвичайних ситуацій. 2020. Vol. 32. С. 215-222.

15. Дадашов І.Ф. Експериментальне дослідження впливу товщини шару гранульованого піноскла на горіння органічних рідин // Проблемы пожарной безопасности. 2018. Вип. 43 С. 38-44.

16. Петухов Р. А., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Савченко О. В. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливом летючих токсичних рідин шляхом використання пінопласту токсичних рідин шляхом використання піни із заданим часом твердіння // Проблемы надзвичайних ситуацій, 2019. № 29. С. 37-46.

17. Петухов Р.А., Кіреєв А.А., Слепужников Є.Д, Чиркіна М., Савченко А. Дослідження терміну служби пін швидкого затвердіння // Проблемы надзвичайних ситуацій, 2020. № 31. Р. 226-233.

18. Дадашов И.Ф., Киреев А.А., Шаршанов А.Я. Замедление испарения жидкости слоем гранулированного материала, нанесённого на её поверхность // Проблемы пожарной безопасности. 2017. С. 53-58.

19. Дадашов І.Ф. Експериментальне дослідження впливу товщини шару гранульованого піноскла на горіння органічних рідин / Дадашов І.Ф. // Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43 С. 38-44.

20. Петухов Р. А., Кіреєв О. О., Слепужніков Є. Д. Дослідження часу втрати текучості гелеутворюючих систем  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$  та

$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , які запропоновано використовувати для одержання ізолюючих пін // Проблеми надзвичайних ситуацій, 2019. № 30. С. 155-163.

21. Р.А. Петухов, О.О. Кіреєв, Є.Д. Слепужніков, О.В. Савченко, С.М. Шевченко, В.В. Дейнека Підвищення часу існування пін швидкого тверднення. // Проблеми надзвичайних ситуацій, 2019. № 29. С. 37-46.

22. Кодекс законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності"

					НУЦЗУ.2.19-048.СХ та ХТ.РПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48