

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

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

На тему: «Розробка технології одержання бінарних шарів піноскло-гель.  
Дослідження їх ізолюючих властивостей»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу за  
освітнім ступенем бакалавра

Групи ХТ-15-242

Галузь знань (спеціальності)

0513 – «Хімічна технологія та інженерія»

6.051301 «Хімічна технологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Корчагіна А.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Кірсев О.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Чернуха А.А.

(прізвище та ініціали)

Харків 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ**

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

**КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Освітній ступень \_\_\_\_\_ бакалавра

Галузь знань \_\_\_\_\_ 0513 «Хімічна технологія та інженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність 6.051301 «Хімічна технологія»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Начальник кафедри СХ та ХТ**

О.В. Тарахно

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 року

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

Корчагіна Анастасія Павлівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Розробка технології одержання бінарних шарів піноскло-гель. Дослідження їх ізолюючих властивостей»

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 “ 25 ” 03 2019 року №51

2. Строк подання курсантом роботи: \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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

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

Презентаційний матеріал на 20 слайдах

6. Консультанти розділів роботи

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

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			
9			

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Корчагіна А.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Кірсєв О.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Звіт про ДР (ДП): \_\_ с., \_\_ рис., \_\_ табл., \_\_ джерел, \_\_ додатки.

Ключові слова: небезпечні хімічні речовини, ізолюючі властивості, гелеутворення, бензол, піноскло.

Об'єкт досліджень: гелеутворююча система з покращеними ізолюючими характеристиками.

Мета роботи: розробка та одержання ізолюючих засобів з покращеними характеристиками для локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з витіканням токсичної рідини.

Стислий зміст роботи та висновки: розглянуто існуючі способи ізоляції поверхні пролитої токсичної рідини та їх недоліки. Серед існуючих способів ізоляції поверхні найбільш розповсюдженим і дієвим є повітряно-механічна піна яка також має ряд суттєвих недоліків: важкість подачі пін на великі відстані, мала стійкість пін, низькі ізолюючі властивості пін. Тому для усунення недоліків повітряно-механічних пін було запропоновано використовувати гелеутворюючі системи (ГУС). При цьому гелеподібний шар буде виконувати функцію ізоляції поверхні токсичних і горючих рідин.

- запропоновано використання гелеутворюючої системи  $MgCl_2 + Na_2O \cdot 2,7 SiO_2$  для локалізації НС при виливі (викиді) рідкої ХНР .

- шар піноскла зменшує випаровування бензолу в порівнянні з випаровуванням з вільної поверхні.

- коефіцієнт уповільнення випаровування для бінарних шарів піноскло + гель в 2-3 рази менше за коефіцієнт уповільнення випаровування рівномірного шару гелю.

- для бензолу коефіцієнт уповільнення випарування для бінарних шарів піноскло + гель дорівнює 17,7.

Область використання: для локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з витіканням токсичних і горючих рідин.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІЗОЛЮЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПОВ'ЯЗАНІ З ВИТІКАННЯМ ТОКСИЧНОЇ РІДИНИ	8
1.1. Аналіз основних способів локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з випарюванням токсичних і горючих рідин	8
1.2. Метод одержання та використання ізолюючих шарів на основі гелів для зменшення випаровування токсичних і горючих рідин	14
1.3 Висновки до розділу	18
2. ПІДБІР ЛЕГКОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ІЗОЛЮЮЧОГО ГЕЛЕВОГО ШАРУ	19
2.1. Підбір матеріалу шару носія для гелевих покриттів	19
2.2. Дослідження і аналіз властивостей шару носія	22
2.3. Лабораторне дослідження ізолюючих властивостей шару піноскла	23
2.4. Висновки до розділу	26
3. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІЗОЛЮЮЧОГО ШАРУ	27
3.1. Визначення областей швидкого гелеутворення	27
3.2. Дослідження ізолюючих властивостей гелевих шарів	30
3.3. Дослідження ізолюючих властивостей бінарного шару піноскло + гель	35
3.4 Розрахунок параметрів зони можливого ураження	37
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	42
4.1. Загальні положення	42
4.2. Вимоги безпеки перед початком роботи, під час проведення роботи та по закінченню роботи	47
ВИСНОВКИ	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	53

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>		
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Розробка технології одержання бінарних шарів піноскло-гель. Дослідження їх ізолюючих властивостей		
Розробив	Корчагіна						
Перевірів	іреєв				<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
					4	48	
Н. Контр.	Скородумова				ХТкс-15-242		
Затверд.	Тарахно						

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АХНР – аварійно хімічно небезпечна речовина

ХНО – хімічно небезпечні об'єкти

ГУС – гелеутворююча система

НХР – небезпечна хімічна речовина

ПС – піноскло

ГПС – гранульовано піноскло

ПАР – поверхнево-активна речовина

ЛЗР – легкозаймиста рідина

ГР – горюча рідина

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Головною ціллю роботи є дослідження ізолюючих властивостей бінарних шарів піноскло-гель і використання їх для локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з витіканням токсичних рідин.

У наш час вже немає господарської галузі, куди б не проникла хімія. Одними з найбільших сегментів хімічної промисловості за обсягами продукції, що випускається є органічна хімічна промисловість. Авжеж об'єкти, що займаються зберіганням, переробкою або транспортуванням небезпечних хімічних речовин є хімічно небезпечними об'єктами (ХНО). Аварії на таких об'єктах несуть велику небезпеку, а саме можуть призвести до загибелі живих істот та нанести шкоду навколишньому середовищу. Небезпека хімічних аварій багато в чому визначається фізико-хімічними і токсичними властивостями НХР, їх здатністю переходити в пароподібний стан і створювати небезпечні для організму людини концентрації, а іноді і викликати зниження вмісту кисню в повітрі нижче допустимих меж.

Головними борцями з аваріями на ХНО є аварійно-рятувальні підрозділи які використовують поняття аварійно хімічно небезпечна речовина (АХНР), яка представляє собою небезпечну хімічну речовину(НХР), що застосовується в промисловості. При аварійному викиді (розливі) якої може статися зараження навколишнього середовища у вражаючих живий організм концентраціях (токсодоза).

Одним з вражаючих чинників є інгаляційний вплив високих концентрацій парів НХР на організм людей. Рідкі речовини можуть створювати подібні пари при локалізації джерела зараження, основним завданням є запобігання формуванню хмари зараженого повітря і недопущений його поширення в атмосфері. Цього можна домогтися шляхом зменшення швидкості її випаровування або поглинання парів різними абсорбентами, найчастіше використовують воду в якості водяної завіси [1-3]. При відсутності ефективних абсорбентів можна використовувати метод

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

розсіювання парової хмари за допомогою теплових потоків або димососів. В останньому випадку загальна кількість парів токсичної рідини не зменшується, а вони лише розбавляються повітрям [4]. Ще один із поширених методів локалізації є метод ізоляції поверхні пролітої токсичної рідини повітряно-механічною піною. Але цей метод має декілька істотних недоліків, а саме малий час дії ізолюючих засобів (пін) і великі витрати абсорбуючій речовин (розпорошені струменя).

На теперішній час найбільш універсальним способом локалізації розливів токсичних рідин вважається використання пін незважаючи на ще ряд недоліків:

- недостатня подача на великі відстані;
- піни поступово руйнуються, особливо при контакті з полярними рідинами;
- більшість поверхнево-активних речовин (ПАР), що входять до складу піноутворювачів екологічно небезпечні.

Отже для локалізації розливів токсичних рідин можна використати ще один спосіб - гелеутворюючі системи (ГУС). Якщо гелеутворюючі системи наносити на легкий негорючий носій - гранульоване піноскло, ми можемо зменшити небезпечні концентрації парів токсичних і горючих рідин в десятки разів.



## **Розділ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІЗОЛЮЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

### **1.1. Аналіз основних способів локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з витіканням токсичних і горючих рідин**

Основні терміни та визначення, що використовуються в дипломній роботі:

Хімічно небезпечний об'єкт (ХНО) - промисловий об'єкт (підприємство) з його структурними підрозділами, на якому знаходяться в обігу (виробляються, переробляються, перевозяться (пересуваються), завантажуються або розвантажуються, використовуються у виробництві, розміщуються або складуються (по-стійно або тимчасово), знищуються тощо) одне або декілька НХР (до хімічно небезпечних об'єктів не належать залізниці).

Горючі рідини (ГР) — рідини з температурою спалаху більше ніж 61 град.

Легкозаймисті рідини (ЛЗР) – це рідини, які у відкритому зберіганні без додаткового нагрівання здатні спалахувати від короткочасної дії джерела запа-лювання. Їх температура спалаху до 61°C (бензин, ацетон, спирт, нафта, бензол та ін.)

Аварія з НХР – це подія техногенного характеру, що сталася на ХНО з виливанням, викиданням НХР в атмосферу і реально загрожує життю, здоров'ю людей.

Хмара НХР – це хмара, яка виникає протягом певного часу внаслідок ви-пару НХР з поверхні, що підстилає [4].

Головною задачею при ліквідації наслідків НС є захисту персоналу хімічно небезпечних об'єктів та населення, що проживає поблизу цих об'єктів, навколишнього середовища, а також відновлення нормального

функціонування порушеного виробництва і об'єкту в цілому. Основними завданнями, які розв'язуються в ході ліквідації наслідків хімічних аварій, є:

- виявлення і оцінка хімічної обстановки;
- проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
- локалізація і знешкодження розливів ахова, знезараження хімічного забруднення території, техніки і транспорту;
- санітарна обробка людей, знешкодження хімічного забруднення одягу, взуття, засобів індивідуального захисту;
- збір і знищення забруднених відходів.

На залізничному транспорті додатково необхідно визначити:

- наявність вагонів і цистерн, що завантажені НХР, ЛЗР, ГР, вибухопожежонебезпечними речовинами та можливість їх відчеплення і переміщення в безпечне місце;
- кількість пошкоджених вагонів (цистерн), місце і кількість проливу НХР;
- можливість утворення зони хімічного забруднення;
- заходи безпеки під час гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварійної ситуації з НХР;
- наявність у осіб, що супроводжують небезпечний локомотив бригади забезпечені засобами індивідуального захисту;
- можливість підтримувати постійний зв'язок з диспетчером відділення залізниці з метою визначення обстановки і консультацій щодо питань евакуації вагонів і графіку руху інших потягів.

На автомобільному транспорті необхідно визначити:

- стан вантажу, наявність витікання НХР;
- можливість утворення зони хімічного забруднення;
- заходи безпеки під час проведення робіт з гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварії з НХР;
- наявність у осіб, що супроводжують небезпечний вантаж засобів індивідуального захисту.

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Саме локалізація аварії тобто дії, спрямовані на обмеження або запобігання подальшого розвитку аварії, є найважливішим з точки зору ліквідації надзвичайних ситуацій. При локалізація джерел ураження, придушення або доведення до мінімально можливого рівня впливу небезпечних чинників в кожному конкретному випадку застосовуються спеціальні способи і технології, що забезпечують нейтралізацію або ліквідацію дії вражаючих факторів аварій.

Локалізація та знешкодження джерел хімічного зараження з урахуванням можливих типів хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах, може включати наступні основні операції: придушення парової фази первинного і вторинного хмар небезпечних хімічних речовин (НХР); локалізацію і знешкодження (нейтралізацію) розливів НХР.

Основними способами локалізації і знешкодження джерел хімічного зараження є:

- при придушенні хмар НХР - постановка рідинних завіс, здатних поглинати пари небезпечних хімічних речовин з подальшим їх осадженням на підстилаючу поверхню;

- при знешкодженні хмар НХР - постановка рідинних завіс з використанням нейтралізують розчинів, здатних в результаті хімічної взаємодії переводити пари НХР в нетоксичну хімічну сполуку;

- при локалізації розливу НХР - обвалування розливу, залізничні цистерни, аварійні ємності і таке інше, засипка розлива НХР сипучими сорбентами, зниження інтенсивності випаровування покриттям дзеркала розливу полімерною плівкою, піною, розведення витоку водою, введення в розлив загущувачів;

- при знешкодженні розливу НХР - заливка нейтралізуючим розчином, розбавлення водою з подальшим введенням знешкоджуючих засобів, засипка сипучими нейтралізуючими речовинами, засипка твердими сорбентами, а

також загущення з подальшим вивезенням і спалюванням в спеціальному обладнанні.

Знешкодження розливів НХР з використанням твердих сипучих речовин лужного характеру застосовується при аваріях з хімічної обстановкою другого, третього і четвертого типів. При аваріях з хімічної обстановкою другого і третього типів цей спосіб використовується в комплексі з постановкою водяної завіси і розведенням розливу НХР водою. Як сипучу речовину лужного характеру використовують вапняк, доломіт, промислові лужні відходи та інші.

Водяна завіса встановлюється протягом усього циклу виконання робіт по знешкодженню розливу до припинення паротворення. Розведення водою здійснюється до початку засипання сипких нейтралізуючих речовин або одночасно з засипкою - в залежності від виду НХР, розмірів розливу і місцевих умов.

Знешкодження розливів НХР засипанням твердими сипучими сорбентами з наступною нейтралізацією або випалюванням проводиться при аварії з хімічної обстановкою другого, третього і четвертого типів. В якості сорбентів використовуються пісок, ґрунт, шлаки, керамзит, цеоліт.

Знешкодження розливу НХР при аваріях з хімічної обстановкою другого і третього типів здійснюється в комплексі з постановкою водяної завіси.

Локалізація і знешкодження розливу НХР загущенням рідкої фази застосовується при аваріях з хімічної обстановкою другого і третього типів у випадках розливів НХР, що мають температуру кипіння нижче або близьку до температури навколишнього повітря, з метою запобігання закипання НХР і зниження інтенсивності випаровування.

Локалізація розливу НХР обвалуванням застосовується при хімічних аваріях з хімічної обстановкою другого, третього і четвертого типів в випадках аварійного розливу в піддон і розтікання НХР на підстилаючу поверхню.

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Покриття розливу піною, плівками і плаваючими екранами застосовується в основному при хімічних аваріях з хімічної обстановкою другого і третього типів з розливом пожежонебезпечних або агресивних НХР в піддон або в обвалування з метою зниження інтенсивності випаровування НХР.

При надзвичайних ситуаціях з хімічної обстановкою другого і третього типів локалізація і знешкодження хмари і розливу НХР може локалізуватися комбінованим способом .

Знешкодження розливів НХР здійснюється з метою припинення або зниження до безпечного рівня вражаючих факторів, що виникли в результаті аварії, і створення умов для проведення аварійно-рятувальних робіт і повної ліквідації джерела забруднення.

Способи локалізації і знешкодження джерел хімічного зараження і технології їх виконання повинні відповідати таким основним вимогам:

- забезпечувати повне придушення або зниження до мінімально можливого рівня впливу шкідливих і небезпечних для життя і здоров'я людей факторів, що перешкоджають веденню аварійно-рятувальних робіт;
- забезпечувати вирішення поставленого завдання в можливо короткі терміни з меншими витратами;
- відповідати можливостям наявних сил і засобів;
- не викликати появи нових факторів, небезпечних для людей, навколишнього середовища і ускладнюють виконання поставленого завдання.

При виборі способу локалізації розливу НХР необхідно враховувати токсичні та агресивні властивості речовини, яка розлилась на підстилаючу поверхню.

Класифікація НХР показана в таблиці 1.1.

Згідно з ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартів безпеки труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		12

## Клас небезпеки ХНР за ступенем дії на організм людини

Клас небезпеки	Характеристика класу небезпеки	ССК, мг/м <sup>3</sup>
1	Речовини надзвичайно небезпечні	< 500
2	Речовини високо небезпечні	501-5000
3	Речовини помірно небезпечні	5001-50000
4	Речовини мало небезпечні	> 50001

ССК - середня смертельна токсодоза LC<sub>50</sub>, яка приводить до загибелі 50% людей або тварин при 2-4 годинній інгаляційній дії [5].

Клас небезпеки речовини встановлюється в залежності від показників токсиметрії, які складаються з наступних складових:

1. Гранично допустима концентрація;
2. Середня смертельна доза при потраплянні в шлунок;
3. Середня смертельна доза при потраплянні на шкіру;
4. Середня смертельна концентрація в повітрі;
5. Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КМІО);
6. Зона гострої дії;
7. Зона хронічної дії.

Комплекс заходів із захисту населення і сил цивільного захисту від наслідків

хімічно надзвичайних ситуацій включає:

- організаційні і оперативні заходи з організації, планування і проведення заходів із захисту населення і сил цивільної оборони на підлеглий території;
- інженерно-технічні заходи щодо дотримання умов безпеки при використанні, зберіганні і транспортуванні ХНР;

- підготовку сил і засобів для ліквідації наслідків хімічних надзвичайних ситуацій;
  - навчання населення порядку і правилам поведінки в умовах хімічних надзвичайних ситуацій;
  - забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту;
  - забезпечення безпеки населення і використання засобів індивідуального і колективного захисту;
  - повсякденний хімічний контроль;
  - проведення попереджувальних і профілактичних заходів на хімічних небезпечних об'єктах;
  - прогнозування можливих наслідків хімічної надзвичайної ситуації;
  - попередження (оповіщення) про безпосередню небезпеку ураження ХНР;
  - тимчасову евакуацію (відселення) населення і сил ЦЗ із небезпечних районів;
  - хімічну розвідку району аварії;
  - знаходження і надання медичної допомоги потерпілим;
  - локалізацію і ліквідацію наслідків хімічної надзвичайної ситуації
- [3].

## **1.2. Метод одержання та використання ізолюючих шарів на основі гелів для зменшення випаровування токсичних і горючих рідин**

У існуючих способів ізоляції поверхні пролитої токсичної рідини є ряд недоліків:

- великі витрати абсорбентів (води);
- трудомісткість, залучення великої кількості особового складу та техніки;
- економічна недоцільність у зв'язку з великими витратами

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	<i>Лист</i>
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		14

сорбентів та загусників;

- великі витрати часу;
- малий час дії ізолюючих засобів та швидке руйнування піни;
- складність системи подачі ізолюючого засобу;
- висока вартість ізолюючих засобів;
- використання токсичних та агресивних хімічних речовин у складі ізолюючого засобу;
- виділення токсичного газу.

Щоб вирішити деякі із даних проблем були запропоновані ГУС, які надають найбільш широкі можливості для ізоляції поверхні пролітої токсичної рідини. Наприклад перевага ГУС перед водою полягає в суттєвому зменшенні втрат вогнегасної речовини за рахунок відсутності стікання з нахилених і вертикальних поверхонь. У даній роботі було обрано ГУС  $MgCl_2(15\%)+Na_2O \cdot 2,7SiO_2(22\%)$ .

При виборі даних речовин для утворення гелевої системи необхідно було оцінити коефіцієнт дифузії розглянутих речовин в рідкій фазі гелю і їх розчинність в ній [6]. Для цього визначаємо склад гелю. Щоб визначити склад гелю треба знати склад рідкої фази який входить до складу гелю і твердої фази. На підставі обліку стехіометричної реакції:



Таким чином розраховуємо масову частку каркаса гелю, хлориду натрію і хлориду магнію, який знаходиться в надлишку в порівнянні з рідким склом. Відповідні дані представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Склад гелю, утворившогося ГУС  $MgCl_2(15\%) + Na_2O \cdot 2,7SiO_2(22\%)$

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		15



	Речовина			
	MgCl <sub>2</sub>	MgO·2,7SiO <sub>2</sub>	NaCl	H <sub>2</sub> O
агрегатний стан фази	Рідка	Тверда	Рідка	рідка
склад, мас.%	2,6	4,7	2,7	90

Тверда фаза, з якої побудований каркас гелю, складає всього 4,7% по масі або 1,7% за обсягом (густина полісилікатів магнію дорівнює ~ 2,8 г / см<sup>3</sup>). Незначний відсоток твердої фази в складі гелю вказує на те, що коефіцієнти дифузії речовин розчинених в гелі буде мало відрізнятися від відповідного показника водних розчинів. Невеликі концентрації хлориду магнію і натрію в рідкій фазі також не призведуть до істотних змін коефіцієнта дифузії і розчинності розглянутих речовин в гелеутворюючому шарі. Тому ізолюючі властивості гелю будуть близькими до ізолюючих властивостей такого ж по товщині шару води.

Після підбору двох складів починається сам процес утворення нетекучої гелеподібної композиції. При змішуванні гелеутворювачі і каталізатора гелеутворення відбувається утворення гелю. Цей процес протікає в декілька стадій. Відразу після змішування збільшується в'язкість розчину, поступово він каламутніє. Потім в'язкість розчину збільшується до такого значення, що розчин втрачає текучість. Надалі розчин переходить в твердий стан. З часом збільшується пружності і утворюється тверде тіло. Шар гелю наносився шляхом гідравлічного розпилювання компонентів гелеутворюючої системи за допомогою розпилювачів ОП-301 (рис.1.1). Товщина шару гелю визначається ваговим методом. Усі досліди по гелеутворенню проводилися при кімнатній температурі (18±0,5 °С).

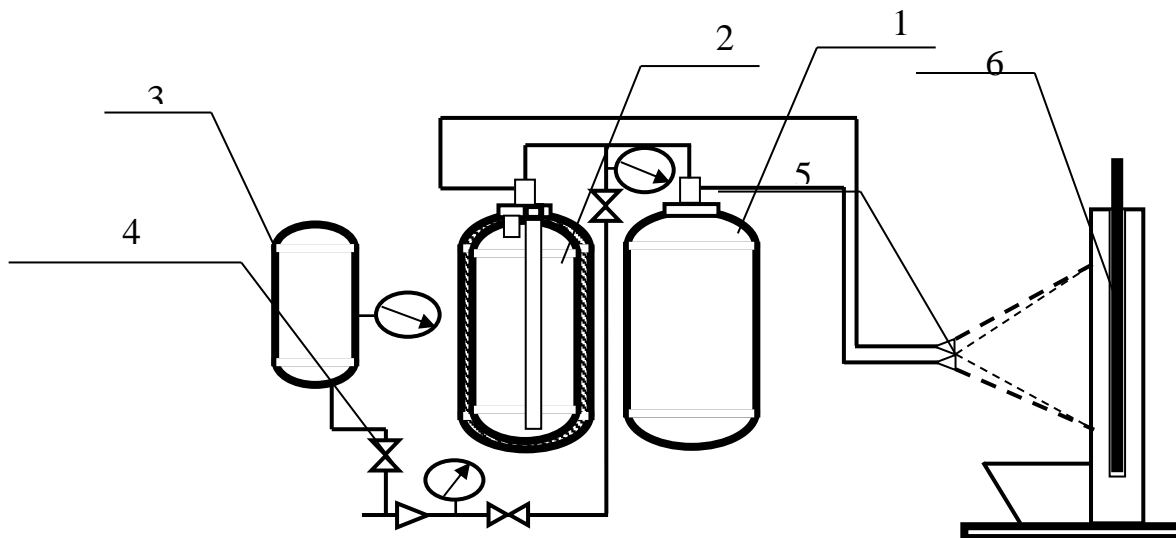


Рис. 1.1. Схема експериментальної лабораторної установки для дослідження явища гелеутворення

1- ємність з розчином гелеутворювача; 2 - ємність з розчином катализатора гелеутворення; 3 - компресор; 4- вентиль; 5 - розпилювач; 6 - змінний екран

На підставі результатів роботи [7] по моделюванню ізолюючих властивостей гелеутворюючого шару по відношенню до пари горючих рідин можна зробити висновок, що збільшення ізолюючих властивостей гелевих шарів можна здійснювати наступними шляхами:

- збільшенням товщини шару;
- введенням до складу композиції речовин зменшують розчинність токсичних органічних речовин;
- підвищенням в'язкості рідкої фази гелю;
- збільшенням частки твердої фази в складі гелю.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

### 1.3 Висновки до розділу

1. Встановлено, що існуючі способи ізоляції поверхні пролітої токсичної рідини мають рядь недоліків, а саме:
  - великі витрати абсорбентів (води);
  - трудомісткість , залучення великої кількості особового складу та техніки;
  - економічна недоцільність у зв'язку з великими витратами сорбентів та загусників;
  - великі витрати часу;
  - малий час дії ізолюючих засобів та швидке руйнування піни;
  - складність системи подачі ізолюючого засобу;
  - висока вартість ізолюючих засобів;
  - використання токсичних та агресивних хімічних речовин у складі ізолюючого засобу;
  - виділення токсичного газу.
2. Запропоновано використання гелеутворюючої системи  $MgCl_2 + Na_2O \cdot 2,7 SiO_2$  для локалізації НС при виливі (викиді) рідкої ХНР.
3. Виявлено шляхи збільшення ізолюючих властивостей гелевих шарів.

## Розділ 2. ПІДБІР ЛЕГКОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ІЗОЛЮЮЧОГО ГЕЛЕВОГО ШАРУ

### 2.1. Підбір матеріалу шару носія для гелевих покриттів

Як вже відомо шар гелю має високі ізолюючі показники, але без легкого носія гель почне тонути в ГР. Тому для тушіння ГР треба обрати легкий носій на який будемо наносити гель. Вимоги до носія сформульовані в роботі [8]. Вони наступні:

- носій повинен мати густину меншу за 500 кг/м<sup>3</sup>;
- він повинен не розчинятися в органічних розчинниках;
- носій повинен погано поглинати рідини;
- бути негорючим.

При підборі легкого носія необхідно враховувати наступні чинники:

- значення щільності горючих рідин повинне знаходитися в інтервалі (700 ÷ 1100) кг/м<sup>3</sup>;
- щільність шару гелю – змінюватися в межах (1050 ÷ 1300) кг/м<sup>3</sup>;
- низька проникність шару гелю для пари горючих рідин повинна забезпечується його товщиною не менше 1 мм.

Раніше при дослідженні стійкості гелевих шарів на поверхнях горючих рідин для носія, що складається з спучених гранул, розташованих впритул в один шар, авторами [16] було отримано співвідношення:

$$h_T < \frac{h_n \cdot (0,76 \cdot \rho_{ж} - 0,52 \cdot \rho_n - 0,24 \cdot \rho_z)}{\rho_z - \rho_{ж}}, \quad (2.1)$$

де  $h_T$ ,  $h_n$ ,  $\rho_{ж}$ ,  $\rho_T$ ,  $\rho_n$  - товщина шару гелю, товщина шару легкого носія, щільність рідини, гелю і матеріалу легкого носія відповідно.

Зі співвідношення (2.1) було отримано наступне співвідношення, що характеризує щільність матеріалу носія (2.2):

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		19

$$\rho_n < 1,92 \frac{h_z}{h_n} (\rho_{жс} - \rho_z) + 1,46 \rho_{жс} - 0,46 \rho_z. \quad (2.2)$$

При виборі визначальних параметрів для системи «горюча рідина - легкий носій - гель», рівних  $h_r = 1,5$  мм,  $h_n = 5$  см,  $\rho_{жс} = 700$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_r = 1100$  кг/м<sup>3</sup>, було встановлено значення щільності матеріалу легкого носія  $\rho_n < 286$  кг / м<sup>3</sup>.

Через те що щільність легкого носія повинна бути  $< 286$  кг / м<sup>3</sup> не одна тверда речовина не задовольняє таким вимогам . Такі вимоги задовольняють пінопласти на основі органічних полімерів, але вони є горючими матеріалами тому не придатні для використання як носія вогнегасного гелю.

Тому нам треба розглянути матеріали які відповідають вимогам за критеріями щільності і негорючості. Даним вимогам відповідають багато пористих неорганічних матеріалів: спучений перліт і вермикуліт, піноскло, пемза, керамзит, газо- і пінобетон, порожнисті скляні мікросфери.

Деякі з перерахованих пористих неорганічних матеріалів містять відкриті пори, в які може проникати горюча рідина, саме це не дозволить триматися на плаву для утримання вогнегасного шару гелю.

Через те що на сьогодні здатність пористих неорганічних матеріалів поглинати горючі рідини у більшості випадків невідома. Для даного експерименту в якості легкого носія було доцільно розглянуті перліт, вермикуліт і піноскло з розміром гранул до 1 см (рис. 2.1).



Вермикуліт



Перліт



Піноскло

Рис. 2.1. Силікатні матеріали, що використовуються, як легкий носій гелю

Вермикулітові гранули протрималися на поверхні бензолу не більше 5 хвилин. Перліт і піноскло показали кращу плавучість. Гранули піноскла, уявна густина якого  $160 \text{ кг/м}^3$ , трималися на поверхні бензолу 7 днів при своєму частковому зануренні в горючу рідину (на 75% свого об'єму). При засипці спученого перліту з уявною щільністю  $194 \text{ кг/м}^3$  в ємність з бензолом 20% цього матеріалу потонули відразу. З плином часу частка гранули тонули все більше. До кінця третього дня експерименту повністю занурилися в горючу рідину вже 80% перліту, після чого відсоток потонули гранул не змінювався. Слід зазначити, що впродовж 4-х годин близько половини спученого перліту зберігала плавучість. Оскільки тривалість процесу гасіння зазвичай не перевищує цього проміжку часу, перліт можна використовувати як носій гелю при пожежогасінні [9].

Якщо розглянути таблицю 2.1, яка наведена нижче, вибрані силікатні матеріали – керамзит і піноскло проявляють такі показники, які повною мірою дозволяють їх розглядати в якості легких носіїв шару гелю.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

## Властивості силікатних матеріалів

Матеріал носія	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Межа міцності при стисненні, МПа	Марка по міцності	Водопоглинання, %
Керамзит	450 ÷ 600	–	П50	10 ÷ 16
Піноскло	117 ÷ 132	12 ÷ 14	–	35 ÷ 41

**2.2. Дослідження і аналіз властивостей шару носія**

Розглянувши властивості силікатних матеріалів в якості шару носія будемо розглядати піноскло. Піноскло- це скло з комірчастою (пористою) структурою, яке використовують як теплоізоляційний, звукопоглинальний та будівельний матеріалу. Воно характеризується малою об'ємною масою, низькою теплопровідністю і водопоглинанням, високою механічною міцністю, вогнестійкістю, морозостійкістю і стійкістю до хімічно агресивних середовищ. Ось деякі його технічні характеристики:

- Щільність, кг/м<sup>3</sup> 120 — 160
- Діапазон робочих температур, °С: –250 +500
- Теплопровідність, Вт/(мк): 0.05 — 0.07
- Межа міцності при стисненні, МПа: 0.7—2
- Водопоглинання, %: не більше 1,55
- Модуль пружності, Мн/м<sup>2</sup>: 800
- Шумопоглинання, Дб: до 56

Зазначені властивості досягаються за рахунок застосування при виробництві унікальний складових. Воно є ефективним чарунковим неорганічним теплоізолятором, отриманий спіканням скляного порошку з

одночасним спученням його під дією газоутворювача. Додатково піноскло має дуже низьку сорбційну вологість, що становить всього (0,2-0,5)%. Мінімальний відсоток показує на низьке поглинання вологи з повітря. Тому матеріал може знаходитись в будь-яких регіонах і на будь-яких місцевостях: незалежно від кліматичних і температурних особливостей ділянки. Будова піноскла нагадує тверду мильну піну. Розмір чарунок піни може бути від міліметрів до сантиметра. Піноскло за своєю функціональною характеристикою може забезпечувати плавучість гелевого шару. Час плавучості повинен бути достатньо довгим, у нашому випадку за такий час було обрано 10 діб [9].

### **2.3. Лабораторне дослідження ізолюючих властивостей шару піноскла**

Як відомо однією з характеристик шару піноскла є його здатність гальмувати процес випаровування рідини. Тому метою роботи є експериментальне визначення масової швидкості випаровування бензолу через шар гранульованого піноскла. Кількісно масова швидкість випару рідини ( $V$ ) визначається із співвідношення (2.3):

$$V = \Delta m / (\tau \cdot S), \quad (2.3)$$

де  $\Delta m$  - зміна маси рідини в результаті її випару

$\tau$  - час випару рідини

$S$  - площа поверхні рідини.

Як засіб подачі гранульованих матеріалів був обраний метод пневматичної подачі гранульованого піноскла. Але в лабораторних дослідженнях нами було обрано метод звичайного засипання поверхні рідини за допомогою звичайного лотка. Для визначення кількості гранульованого



піноскла визначалась його маса. Одночасно визначався насипний об'єм піноскла. Для цього гранульоване піноскло висипалось в мірний стакан.

Спочатку була вивчена швидкість випаровування бензолу з вільною поверхні. Для цього 50 мл рідини наливалася в тонкостінну металеву циліндричну ємність з внутрішнім діаметром 11,2 см ( $S=98,5 \text{ см}^2$ ). Далі заливався такий об'єм води, щоб поверхня бензолу була нижча бортів циліндра на 5 см. Після цього гравіметричним методом визначалася втрата маси за час від 1 до 15 хвилин з інтервалом 1 хв (рис.2.2). Зважування здійснювалося за допомогою електронних вагів ТНВ 600, що забезпечують точність  $\pm 0,01 \text{ р}$ . Виміри проводилися при температурі  $(18 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$ . в роботі використовується бензол марка ч.д.а.

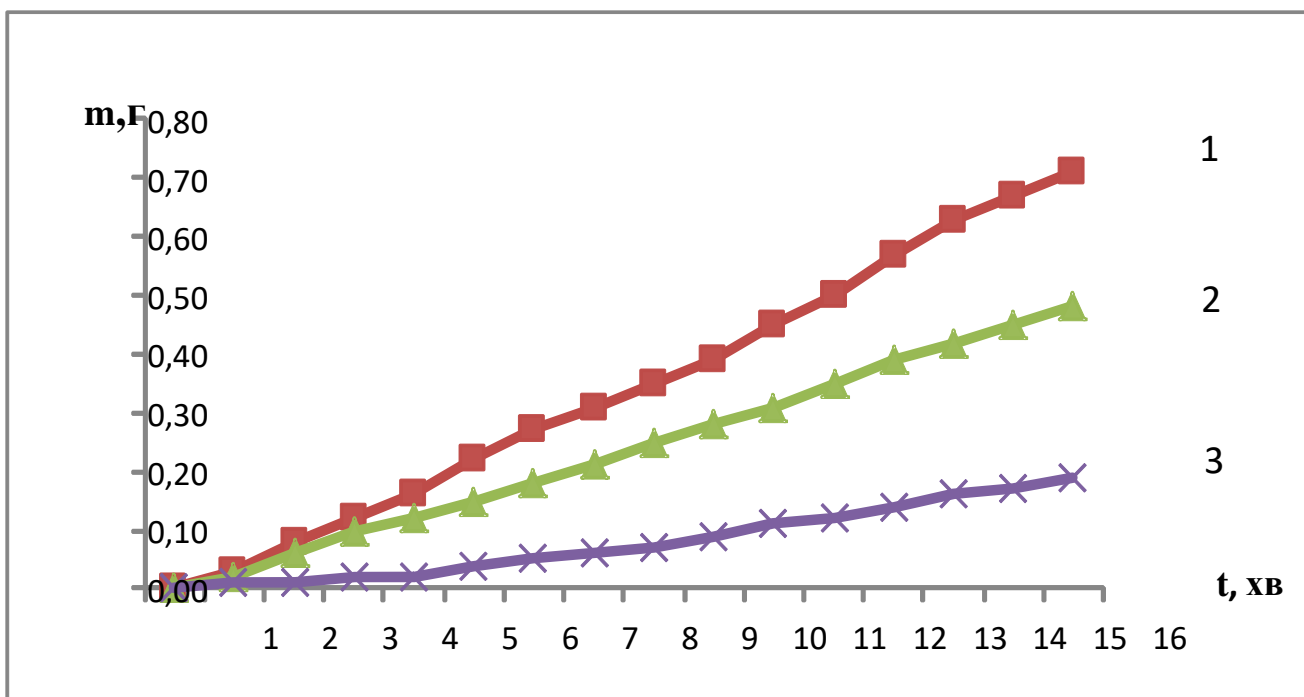


Рис.2.2. Зміна маси бензолу ( $\Delta m$ ) з часом при різній товщині шару гранульованого піноскла ( 1- 0 см, 2 - 6 см, 3 - 9 см)

У попередніх дослідах із скляним циліндром такого ж діаметру було встановлено, що доля шару піноскла, що знаходиться над поверхнею бензолу складала  $(63 \pm 3) \%$  від загальної товщини шару. Окрім цього візуальні спостереження показали, що поверхня гранул піноскла на  $\sim 1,5 \text{ см}$  змочена

бензолом. Причому висота змочування істотно залежить від способу засипки. У зв'язку з цим, усі дані приводяться для загальної товщини шару гранульованого піноскла ( $l$ ).

Надалі була досліджена швидкість випару бензолу через шар піноскла (рис.2.3). Товщина шару вимірювалася в інтервалі (1,5 - 13,5) см з інтервалом 1,5 см. Експеримент проводився також як і без нанесеного шару за винятком того, що на поверхню бензолу насипалося гранульоване піноскло, після чого додається такий об'єм води, щоб верхня частина шару гранул була нижча бортів циліндра на 3 см.

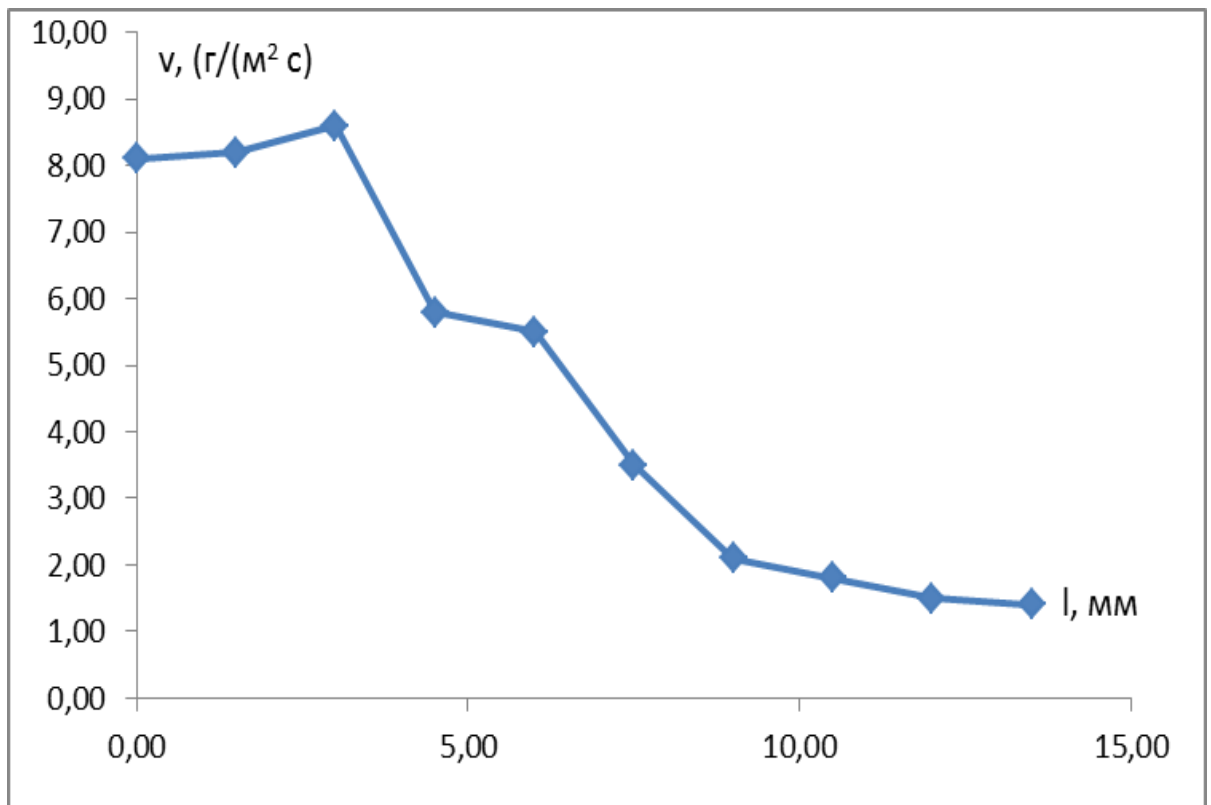


Рис.2.3 Залежність масової швидкості випару бензолу ( $v$ ) від товщини шару гранульованого піноскла ( $l$ ).

Аналіз приведених результатів дозволяє зробити висновок :

- при товщині шару піноскла (1,5-3) см швидкість випаровування бензолу більша, ніж з вільної поверхні;

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

- починаючи з товщини шару піноскла 4,5 см швидкість випаровування бензолу зменшується в порівнянні зі швидкістю випару з вільної поверхні;

- при загальній товщині шару піноскла рівному 13,5 см швидкість випаровування бензолу зменшується в 5,6 разу в порівнянні з випаровуванням з вільної поверхні.

У роботі [10] приведені результати експериментального дослідження ізолюючих властивостей гелевидних шарів по відношенню до пар органічних рідин, серед яких був вивчений і бензолом.

#### **2.4. Висновки до розділу**

1. Як легкий носій гелевих шарів пропонується використовувати пористі неорганічні матеріали.

2. Піноскло за своєю функціональною характеристикою може забезпечувати плавучість гелевого шару.

3. Якщо товщина шару піноскла рівна 13,5 см швидкість випару бензолу зменшується в 5,6 разу в порівнянні з випаровуванням з вільної поверхні.

## Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІЗОЛЮЮЧОГО ШАРУ

### 3.1 Визначення областей швидкого гелеутворення

Як вже відомо через те що існуючі засоби локалізації мають недоліки було запропоновано ввести гелеутворюючі системи. Гелеутворююча система (ГУС) представляє собою бінарну систему, що складається з двох окремих збережених і одночасно-розділених компонентів. Для швидкого утворення не текучого гелеподібного шару склад речовин повинен бути підібраний так, щоб при їх змішуванні на кордоні горюча речовина - повітря між компонентами відбувалася взаємодія.

Нетекучі композиції отримуються при змішуванні водних розчинів деяких речовин. Такими властивостями володіють аморфні гелеподібні осади. Гелеподібні осади утворюють деякі гідроксиди ( $Al(OH)_3$ ,  $Cu(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_3$  та інші), силікати, фосфати і борати. Найкращий результат в якості гелеутворювача дають силікати, а саме силікагель (гель кремнієвої кислоти).

Головною умовою для вогнегасних ГУС умов є невеликий час втрати системою текучості Швидкість процесу утворення гелю може змінюватися в широких межах. Тому треба приділити особливу увагу вибору гелеутворювача і каталізатора. Також при виборі компонентів ГУС необхідно брати до уваги економічні та токсикологічні вимоги.

У таблиці 3.1 наведені основні продукти реакції між гелеутворювачем і каталізатором гелеутворення і мінімальні концентрації компонентів ГУС, які забезпечують швидке гелеутворення і найбільшою мірою відповідають раніше сформульованим вимогам.

Таблиця 3.1

Значення мінімальних концентрацій компонентів гелеутворюючої системи ( $\omega_1$ ) і ( $\omega_2$ ), що викликають швидке гелеутворення для різних систем

## СИСТЕМ

№	Каталізатор гелеутворення	Основний продукт реакції	$\omega_1$ , %	$\omega_2$ , %
1.	CaCl <sub>2</sub>	CaO·nSiO <sub>2</sub>	3	3
2.	MgCl <sub>2</sub>	MgO·nSiO <sub>2</sub>	5	4
3.	MgSO <sub>4</sub>	MgO·nSiO <sub>2</sub>	5	4
4.	FeSO <sub>4</sub>	FeO·nSiO <sub>2</sub>	5	4
5.	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	25	40
6.	AlCl <sub>3</sub>	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3nSiO <sub>2</sub>	3,5	3
7.	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3nSiO <sub>2</sub>	4	3
8.	NH <sub>4</sub> Cl	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	8	8
9.	NH <sub>4</sub> Br	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	8	10
10.	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	8	12
11.	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	12	6+6
12.	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	12	13
13.	AlBr <sub>3</sub>	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3nSiO <sub>2</sub>	3	4
14.	MgCl <sub>2</sub> +CaCl <sub>2</sub>	MgO·nSiO <sub>2</sub> +CaO·nSiO <sub>2</sub>	3,5	3,5
15.	AlCl <sub>3</sub> +CaCl <sub>2</sub>	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3nSiO <sub>2</sub> +CaO·nSiO <sub>2</sub>	3	3,5
16.	AlCl <sub>3</sub> +AlBr <sub>3</sub>	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3nSiO <sub>2</sub>	3	3,5

Швидкість гелеутворення залежить від ряду факторів: концентрацій гелеутворювача та каталізатора гелеутворення, температури, ступеня дисперсності розпиленних рідких компонентів, інтенсивності подачі, співвідношення об'єму змішуваних розчинів. Для більшості речовин характерні широкі області швидкого гелеутворення.

Існують різні точки зору на хімічний склад гелеутворюючих осадів. Їх зазвичай відносять або до аморфних структур або ультрамікроскопічних (рентгеноаморфним). Більшість авторів дотримуються точки зору, що гелевидні осади, отримані при змішуванні полісилікатів натрію або калію з солями двох і тривалентних металів, являють собою суміш силікату багатовалентного металу, силікагелю і гідроксиду багатовалентного металу (якщо він малорозчинний).

У всіх системах в якості гелеутворювача використовується водний розчин полісилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ , рідке скло). Силікатний клей - це незвичайне з'єднання, що застосовується в різних областях виробництва. Склади, що включають силікатний клей, відрізняються стійкістю до високої температури, є теплоізоляторами і не схильні до дії органічних шкідників (гнилі, цвілі, комах).

До недоліків рідкого скла можна віднести його сильно лужну реакцію, яка при необережному поводженні може викликати опік. Проте, корисні властивості силікатного клею забезпечують його затребуваність у сучасному виробництві.

Перевагою силікатних гелів перед іншими системами є доступність і мала токсичність використовуваних компонентів. Інші ГУС можуть конкурувати з си-лікатними системами в разі істотних переваг за іншими характеристиками забезпечує високі вогнегасні властивості.

Щоб почати процес утворення гелю треба змішати гелеутворювач і каталізатор гелеутворення. Даний процес протікає в кілька стадій. Одразу після змішування збільшується в'язкість розчину, поступово він мутніє. З часом в'язкість розчину збільшується до такого значення, що розчин втрачає текучість. В подальшому розчин переходить в твердий стан. З часом збільшується модуль еластичності утвореного твердого тіла і крайнє значення на навантаження, що викликає його руйнування.

Нами були експериментально досліджена область швидкого гелеутворення системи  $\text{MgCl}_2(15\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2(22\%)$ , яка за короткий час

утворювала стійкі гелі, що задовольняє нашим вимогам. Результати дослідів з гелеутворення наведені на рис. 3.1.



Рис.3.1 Ілюстрація дослідів з гелеутворення

Розчини для дослідження процесу гелеутворення готувалися шляхом розчинення твердих речовин у воді або шляхом розведення водою насичених розчинів. Масовий вміст речовин ( $\omega_i$ ) в системі після змішування розраховувалося за формулою:

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

де:  $\omega_1$  - масове зміст першого речовини в вихідному розчині;

$V_1, V_2$  - об'єм 1-го і 2-го розчинів;

$\rho_1, \rho_2$  - густина 1-го і 2-го розчинів.

### 3.2 Дослідження ізолюючих властивостей гелевих шарів.

Найбільш універсальним способом локалізації розливів токсичних рідин вважається використання пін [10,11]. Однак піни як засоби ізоляції токсичних рідин мають ряд недоліків:

- існують труднощі з їх подачею на великі відстані;

- піни поступово руйнуються, особливо при контакті з полярними рідинами;

- поверхнево-активні речовин (ПАР), що входять до складу піноутворювачів токсичні.

Всі перераховані вище фактори призводять до збільшення витрати піни і нанесення шкоди навколишньому середовищу. Таким чином, рішення проблеми невисока ефективність повітряно-пінних засобів ізоляції розливів токсичних рідин може бути досягнута шляхом усунення зазначених вище недоліків.

Для усунення перерахованих недоліків повітряно-механічних пін було за-пропоновано для цілей пожежогасіння використовувати гелеутворюючі вогнегасні і вогнезахисні склади [2]. Гелеутворюючий шар може виконувати не тільки вогнегасні дії, а й забезпечувати ізоляцію поверхні токсичних рідин. Цю здатність гелеутворюючих шарів було запропоновано використовувати для гасіння горючих рідин. При цьому для забезпечення плавучості шару гелю в горючих рідинах було запропоновано використовувати легкий негорючий носій - гранульоване піноскло. Попередні опити показали, що бінарний шар піноскло-гель залишається стабільним на поверхні бензолу протягом декількох діб. В ході проведених досліджень було встановлено, що шар гелю товщиною в кілька міліметрів забезпечує зниження концентрації бензолу до рівня менше нижньої концентраційної межі поширення полум'я. Для інших рідин ізолюючі властивості гелів по відношенню до їх пари, визначені не були.

Метою роботи є експериментальне дослідження ізолюючих властивостей гелеутворюючих шарів по відношенню до пари токсичних рідин, відносяться до різних класів сполук. В якості рідин були обрані два спирту метанол, ізопропанол, галогенопохідних вуглеводнів 1,2-дихлоретан; ароматичне з'єднання бензол; суміш насичених, ненасичених і ароматичних вуглеводнів бензину. Для отримання шару гелю була використана ГУС



MgCl<sub>2</sub> (15%) + Na<sub>2</sub>O · 2,7SiO<sub>2</sub> (22%), яка проявила високі ізолюючі властивості.

Спочатку була вивчена швидкість випаровування рідин з вільною поверхні. Для цього 70 мл рідини наливалася в чашку внутрішнім діаметром 10 см. Після цього гравіметричним методом визначалася втрата маси за 1 годину. Зважування здійснювалось за допомогою електронних ваг ТНВ. 600, що забезпечують точність ± 0,01 г. Виміри проводилися при температурі (18 ± 0,5) ° С. Відповідне середнє значення маси випарювання рідини (Δm<sub>1</sub>) вільної поверхні, (Δm<sub>2</sub>) зі шаром гелю, отримані за результатами трьох вимірів, представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Розчинність рідин у воді, поверхневий розхід гелю (Φ), коефіцієнт зменшення швидкості випаровування (К)

Рідина	Розчинність, % мас	Δm <sub>1</sub> , г	Δm <sub>2</sub> , г	Φ, г/см <sup>2</sup>	К
Бензин	~0	16,02	0,58	0,13	27,6
Ізопентанол	2,7	2,63	1,08	0,14	2,4
Метанол	Не обмежено	4,92	1,9	0,13	2,6
1,2-дихлоретан	0,86	5,71	0,63	0,14	9,1
Бензол	0,18	5,75	0,17	0,14	33,8

Для вивчення випаровування рідин через шар гелю, він наносився на легкий носій – піноскло з тонкою сіткою з нержавіючої сталі. Сіткою з нанесеним на неї гелем накривали чашу з попередньо зваженим кількістю летючої рідини. Через одну годину сітка знімалася з чашки і по убутку маси розраховувалася маса рідини, що випарилася (Δm<sub>2</sub>).

Також ваговим методом визначалась маса гелю, рівномірно нанесеного на сітку. На підставі цього розраховувався поверхневий витрата гелю:

$$\Phi = m_{\text{гелю}} / S, \quad (3.2)$$

де  $S$  - площа сітки, маси гелю, нанесеного на сітку.

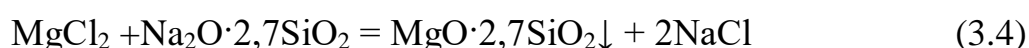
У попередніх дослідах встановлено, що суцільний шар гелю утворюється при поверхневій витраті не менше  $1,2 \text{ г/см}^2$ . Тому в подальшому був обраний поверхневий витрата гелю  $(0,13-0,14) \text{ г/см}^2$ . На підставі отриманих результатів був розрахований коефіцієнт уповільнення випаровування:

$$K = \Delta m_1 / \Delta m_2. \quad (3.3)$$

У таблиці 3.2 представлені відповідні результати по масі випарювання рідин через шар гелю за одну годину, поверхневому витраті гелю, коефіцієнт уповільнення випаровування в розчинні досліджених рідин.

Аналіз наведених експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що найбільші ізолюючі властивості проявляє гелевий шар по відношенню до речовин погано розчинних у воді (бензол і бензин). У міру збільшення розчинності, ізолюючі властивості гелю зменшуються ( $1,2$  дихлоретан). Для спиртів коефіцієнт уповільнення найменший. Це дозволяє використовувати гелеподібні шари для локалізації надзвичайних ситуацій з розливом токсичних органічних летких рідин, а також запобігання їх займання.

Для пояснення отриманих результатів необхідно оцінити коефіцієнти дифузії розглянутих речовин в рідкій фазі гелю і їх розчинність в ній. Для цього потрібно визначити склад гелю. При розгляді питання про склад гелю потрібно визначити склад рідкої фази, що входить до складу гелю в складі твердої фази. На підставі обліку стехіометричної реакції (3.4):



					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		33

Таким чином, можна зробити висновок, що тверда фаза, з якої побудований каркас гелю, складає всього 4,7% по масі або 1,7% за обсягом (щільність по-лісілікатів магнію дорівнює  $\sim 2,8$  г / см<sup>3</sup>). Незначний вміст твердої фази в складі гелю вказує на те, що коефіцієнти дифузії речовин розчинних в гелі буде мало відрізнятися від відповідного показника водних розчинів [12]. Невеликі концентрації хлориду магнію і натрію в рідкій фазі також не призведуть до істотних змін коефіцієнта дифузії і розчинності розглянутих речовин в гелутворюючому шарі. Звідси випливає, що ізолюючі властивості гелю будуть близькими до ізолюючих властивостей такого ж по товщині шару води.

На підставі результатів роботи [13, 14] по моделюванню ізолюючих властивостей гелеподібного шару по відношенню до пари горючих рідин можна зробити висновок, що збільшення ізолюючих властивостей гелевих шарів можна здійснити наступними шляхами:

- збільшенням товщини шару;
- введенням до складу композиції речовин зменшують розчинність токсичних органічних речовин;
- підвищенням в'язкості рідкої фази гелю;
- збільшенням частки твердої фази в складі гелю.

Гелеподібні шари зменшують швидкість випаровування токсичних органічних рідин. Найбільші ізолюючі властивості гелеві шар проявляють по відношенню до речовин погано розчинним у воді. У міру збільшення розчинності, ізолюючі властивості гелю зменшуються. Для збільшення властивостей гелевих шарів необхідно: збільшити їх товщину, ввести до складу речовини знижуючі розчини і збільшуючі в'язкість, збільшити вміст твердої фази в складі гелю.

### 3.3 Дослідження ізолюючих властивостей бінарного шару піноскло + гель

Щоб дослідити ізолюючі властивості бінарного шару піноскло + гель нам потрібно провести майже такий саме експеримент ,як при дослідженні ізолюючих властивостей шару гель-піноскло (розділ 2.3). Різниця було у тому, що на сітку насипався шар піноскла поверх якого наносився шар гелю.

Спочатку була вивчена швидкість випаровування рідин з вільною поверхні.

Для цього 150 мл бензолу наливалася в металеву ємність циліндричної форми діаметром 10,8 см (площа - 91,6 см<sup>2</sup>) з висотою борту 3,2 см. Після цього гравіметричним методом визначалася втрата маси за 1 годину. Зважування здійснювалось за допомогою електронних ваг ТНВ. 600, що забезпечують точність  $\pm 0,01$  г. Виміри проводилися при температурі  $(21 \pm 1,0)$  °С [15,16].

Для вивчення випаровування бензолу через бінарний шар піноскло + гель зважувався циліндричний посудину з бензолом. Далі він накривався сіткою з вертикальним бортом висотою 4 см. Після чого в сітку до верху засипався шар гранульованого піноскла з розміром гранул 1 - 1,5 см. На поверхню піноскла наносився шар гелю. Бічні поверхні сітки при набризкуванні закривалися екранами. Через 1 годину сітка знімалася і вироблялося зважування і по зменшенню маси розраховувалася маса випарувався бензолу. На рис. 3.2 представлено етап зважування ємності з сіткою і бінарним шаром піноскло + гель.

У таблиці 3.2 представлені дані по втраті маси бензолу ( $\Delta m$ ), коефіцієнт уповільнення випаровування (К) для різних поверхневих витрат гелю ( $\Phi$ ).

Таблиця 3.2.

$\Phi$ , г/см <sup>2</sup>	$\Delta m$ , г	К
0	3,42	1
0,26	0,94	3,6
0,39	0,76	4,5
0,47	0,34	10,2
0,63	0,15	22,4
0,81	0,11	31,1



Рис.3.2 Зважування ємності з бензолом накритою сіткою і бінарним шаром піноскло+ гель

У таблиці 3.3 представлені дані товщини шару піноскла, поверхнева витрата гелю ( $\Phi$ ), коефіцієнт зменшення випаровування (К) для бінарного шару піноскло + гель

Таблиця 3.3.

Рідина	Товщина шару піноскла, см	$\Phi$ , г/см <sup>2</sup>	К
бензол	2,2	0,26	13,6
	3,4	0,47	17,7

### 3.4 Розрахунок параметрів зони можливого ураження

Головною метою дипломної роботи є дослідження ізолюючих властивостей бінарних шарів піноскло-гель. Щоб розглянути дані властивості на практиці необхідно провести розрахунок параметрів зони можливого ураження. Для цього можна скористатися “Методика прогнозування масштабів зараження сильнодействующими ядовитими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте”.

Виявилось, що дана застаріла методика не підходить через недостатність даних, а саме:

- $k_1 = 0$  коефіцієнт який залежить від умов зберігання НХР;
- $k_3 = 0,01$  коефіцієнт який дорівнює відношенню порогової токсодози хлору допорогової токсодози іншого НХР;
- $k_5 = 0,08$  коефіцієнт враховуючий ступінь вертикальної стійкості атмосфери;
- $k_7 = 0,8$  коефіцієнт враховуючий вплив температури повітря швидкість випарювання та розповсюдження НХР [17].

Для провадження нових технологій і розрахунку зони зараження парами бензолу було прийнято рішення використати сучасну програму ALOHA. ALOHA - це програма моделювання небезпеки для програмного забезпечення CAMEO, яка широко використовується для планування і

реагування на надзвичайні ситуації з хімічними речовинами.

ALOHA дозволяє вводити дані про реальний або потенційний викид хімічних речовин, а потім проводити оцінки зон загроз для різних типів небезпек. Може моделювати хмари отруйного газу, хмари горючого газу, BLEVE, реактивні пожежі, пожежі в басейнах і вибухи парових хмар. Оцінки зони загрози показані на сітці в ALOHA, їх можна також наносити на карти в MARPLOT, ArcMap, Google Earth і Google Maps.

Ряд діалогових вікон пропонує користувачам ввести інформацію про сценарій:

- місце, дату і час;
- хімічна речовина;
- інформацію про погоду і місцевості;
- інформацію про розміри і тип обладнання;
- хімічний стан і температуру зберігання речовини;
- наповнюваність обладнання;
- тип відмови резервуара;
- вказати площу і тип витoku;
- висоту відкриття бака;
- параметри протоки (тип і температуру ґрунту, діаметр розливу);
- небезпека для загрози і токсичні рівні.

Задача з розрахунку параметрів зони можливого ураження передбачена при аварія в наслідок якої стався виток бензолу з резервуару об'ємом 1000 м<sup>3</sup>.

Для розрахунків приймаємо що, речовина витікає вільно через пробойну діаметром 10 см., площа розливу 180 м<sup>2</sup>. Погода: температура повітря 20°C, швидкість вітру 1 м/с. Дану інформацію можна отримати шляхом хімічної розвідки, яка включає спостереження та обстеження зараженої місцевості. На розвідувальні дозори покладаються такі завдання: визначення та позначення меж районів хімічного зараження; відшукування шляхів їх обходу; виявлення напрямків, маршрутів та ділянок з найменшими ступенями зараження ОР. Для цього дані підрозділи повинні

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		38

використовувати прилади хімічної розвідки. У випадку з витоком бензолу для розвідки рекомендується використовувати Dräger X-am 7000.

Газоаналізатор Dräger X-am 7000 - інноваційне рішення для одночасного і безперервного виявлення до п'яти газів. Більше 25 газових сенсорів дозволяють адаптувати прилад до вимог конкретного завдання. Принцип дії газоаналізаторів визначається типом використовуваного сенсора. Dräger X-am 7000 може бути укомплектований трьома електрохімічними і двома термокаталітичними, інфрачервоними або фотоіонізаційний (PID) сенсорами в будь-якій комбінації. Програмний інтерфейс Dräger X-am 7000 був розроблений у співпраці з користувачами, що дозволило зробити його нескладним і простим у використанні. Функції, наприклад, значення ГДК і STEL, а також фіксацію пікових значень, можна швидко переглянути або активувати після мінімального навчання. Зовнішній вигляд газоаналізатора зображений на рис.3.3.



Рис. 3.3 Зовнішній вигляд газоаналізатора

Після проведення розвідки і отримання даних щодо площі, кількості і самої небезпечної речовини можна розрахувати зону можливого ураження. При введенні існуючих даних в запропоновану програму ALOHA було отримано наступну зону ураження (рис. 3.4).





Рис.3.4 Зона зараження токсичними парами бензолу без урахування коефіцієнту зменшення випаровування (К)

Далі треба було перевірити ізолюючі властивості бінарного шару піноскло-гель. Так як коефіцієнт уповільнення випаровування для бінарних шарів піноскло + гель перевищує 10 (рис.3.5).



Рис.3.5 Зона зараження токсичними парами бензолу з урахування коефіцієнту зменшення випаровування (К)

Під час проведення лабораторного експерименту було зроблено наступні висновки:

1. Коефіцієнт уповільнення випаровування для бінарних шарів піноскло + гель в 2-3 рази менше за коефіцієнт уповільнення випаровування рівномірного шару гелю.

2. Для бензолу коефіцієнт уповільнення випаровування для бінарних шарів піноскло + гель перевищує дорівнює 17,7.

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		41

## Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Загальні положення

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

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

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

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Права на охорону праці під час укладання трудового договору:

Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору [18].

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи. Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		42

державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

**Права працівників на охорону праці під час роботи.** Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці [19].

За період простою з причин, передбачених частиною другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин; - організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками

вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поведження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

- роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці

Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведження з машинами, механізмами, устаткуванням

та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Згідно з міждержавного стандарту карбонат и дигідрофосфат амонію відносяться до помірно небезпечних речовин (3-й клас безпеки), ГДК в повітрі робочої зони складає 5 мг/м<sup>3</sup>. Характер середовища водних розчинів цих речовин кислий, рН ≈ 5. Такі розчини викликають слабе подразнюючу дію на шкірні покриви, небезпечні при попаданні в дихальні шляхи і особливо в очі. Це викликає необхідність використовувати захисний одяг, респіратори, окуляри або маски для захисту очей.

Рідке натрієве скло відноситься до похідних силікатної кислоти, яка односиться до помірно небезпечних речовин (3-й клас безпеки), ГДК в повітрі робочої зони складає 1 мг/м<sup>3</sup>. Вихідний розчин має лужну реакцію середовища (рН ≥ 12). Він може викликати подразнення шкірних покривів. Також небезпечно вдихання аерозолів цієї речовини і потрапляння їх в очі. Це викликає необхідність використовувати захисний одяг, респіратори, окуляри або маски для захисту очей.

Відповідно до міжнародного стандарту (ISO № 3941 - 77) існує п'ять класів:

- клас А - пожежі твердих речовин, в основному органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);
- клас В - пожежі горючих рідин або плавких твердих речовин;
- клас С - пожежі газів;
- клас D - пожежі металів та їх сплавів;
- клас (Е) - пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Крім перерахованих параметрів, враховують також категорію приміщення по вибухопожежної і пожежної небезпеки. Вибір типу і визначення необхідної кількості вогнегасників для оснащення приміщення первинними засобами пожежогасіння проводиться на підставі рекомендацій, в залежності від їх вогнегасної здатності, пре-слушною площі, класу пожежі горючих речовин та матеріалів у захисному приміщенні або на об'єкті.

Вибір типу вогнегасника (переносний або пересувний) обумовлений розмірами можливих осередків пожежі; в разі збільшення їх розмірів рекомендується використовувати пересувні вогнегасники.

Для гасіння великих площ горіння, коли застосування ручних та пересувних вогнегасників є недостатнім, на об'єкті можуть бути передбачені додатково ефективні засоби пожежогасіння.

При виборі вогнегасників необхідно враховувати кліматичні умови експлуатації будівель і споруд, вибираючи вогнегасник з відповідними температурними межами використання.

Якщо на об'єкті можливі комбіновані осередки пожеж, то перевагу у виборі вогнегасника віддається більш універсальному по області при-трансформаційних змін. Суспільні будинки й споруди повинні мати на кожному поверсі не менше двох переносних вогнегасників. Комплектування технологічного устаткування вогнегасниками відповідно до вимог технічних умов (паспортів) на обладнання або відповідних галузевих правил пожежної безпеки, твердженню в установленому порядку. Комплектування імпортного обладнання вогнегасниками здійснюється згідно з умовами договору на його поставку [20].

#### **4.2. Вимоги безпеки перед початком роботи , під час проведення роботи та по закінченню роботи**

Вимоги безпеки праці перед початком роботи:

1. Ознайомитися зі змістом роботи.

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		47



2. Організувати оточення місця роботи і вивести з нього всіх осіб, які не пов'язані з виконанням робіт.

3. Заборонити або обмежити рух транспортних засобів і громадян поблизу і в межах зони робіт.

4. При проведенні піротехнічних робіт суворо дотримуватись запобіжних заходів. До піротехнічних робіт слід приступати тільки після інструктажу особового складу щодо заходів безпеки і розписування в журналі інструктажу. Роботи потрібно проводити відповідно до наказів командирів і під керівництвом керівника робіт.

5. Підрозділ розбивається на розрахунки, кожному з яких доручається одна визначена робота. У кожному розрахунку призначається старший.

6. Керівник робіт формує розрахунки і ставить їм завдання з урахуванням того, щоб усі роботи по можливості були виконані в заданий термін і забезпечували своєчасну готовність.

7. Весь особовий склад, залучений до проведення робіт, повинен добре знати правила ведення цих робіт і запобіжні заходи.

8. Керівники робіт щодня повинні перевіряти знання правил і заходів безпеки і систематично контролювати їхнє виконання в ході робіт.

Безпека праці під час проведення робіт:

- під час проведення робіт необхідно дотримуватись суворого порядку;

- всі особи, призначені для проведення робіт, повинні знати властивості речовини, що використовуються;

- кожний працівник підрозділу (розрахунку), ведучого роботи, повинен твердо знати, що йому потрібно робити й у якій послідовності;

- всі дії повинні виконуватись по командам і сигналам керівника робіт (старшого);

- сигнали повинні різко відрізнятися один від іншого, і весь особовий склад, що бере участь у роботах, повинен добре їх знати;

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		48

- місце хімічного зараження повинне бути оточене постами, які варто видаляти на безпечну відстань; оточення виставляється, і знімається спеціальним розводящим, підлеглим керівникові робіт (старшому);

- місця і відстані, на які потрібно відводити людей і виставляти оточення на час вибуху, вказуються керівником робіт (старшим);

- початок і припинення роботи визначаються відповідною усною командою або сигналом керівника робіт (старшого);

- сигнали подаються (за допомогою свистка, різка, сирени, ракет) в: наступному порядку;

- особи не зайняті безпосередньо на даних роботах, а також сторонні особи на місця робіт не допускаються.

Безпека праці під час проведення робіт:

При виконанні робіт на місцевості, зараженій хімічними речовинами, необхідно:

- вести безперервну хімічну розвідку і стежити за дозою опромінення особового складу підрозділів;

- всі роботи виконувати в індивідуальних засобах захисту;

- не сідати і не лягати на землю, не брати в руки сторонні предмети і не торкатися їх, не пити і не приймати їжу;

- не торкатися зараженими руками (захисними рукавичками) до оголених ділянок тіла;

- при відкопуванні колодязів спочатку знімати верхній заражений шар ґрунту і обережно, не розпилюючи, відкидати його в підвітряний бік; потім, за вказівкою керівника робіт, продовжувати відкопування звичайним порядком.

Заходи безпеки по закінченню роботи:

- припинення робіт визначається відповідною усною командою або сигналом керівника робіт (старшого).

- при відході з місця робіт усі з якихось причин не витрачені хімічні речовини слід здати на польовий видатковий склад, засоби, не придатні для подальшого використання, знищуються на місці робіт.

- по закінченні робіт призначений на даний робочий день керівник робіт підводить підсумки, де вказує на помилки при виконанні робіт.

- особовий склад, який брав участь у проведенні робіт, повинен ретельно вимити руки та обличчя теплою або холодною водою з милом, при можливості прийняти душ [21-22].

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		50

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що існуючі способи ізоляції поверхні пролітої токсичної рідини мають ряд недоліків, а саме:

- великі витрати абсорбентів (води);
- трудомісткість, залучення великої кількості особового складу та техніки;
- економічна недоцільність у зв'язку з великими витратами сорбентів та загусників;
- великі витрати часу;
- малий час дії ізолюючих засобів та швидке руйнування піни;
- складність системи подачі ізолюючого засобу;
- висока вартість ізолюючих засобів;
- використання токсичних та агресивних хімічних речовин у складі ізолюючого засобу;
- виділення токсичного газу.

2. Запропоновано використання гелеутворюючої системи  $MgCl_2 + Na_2O \cdot 2,7 SiO_2$  для локалізації НС при виливі (викиді) рідкої ХНР.

3. Виявлено шляхи збільшення ізолюючих властивостей гелевих шарів.

4. Як легкий носій гелевих шарів пропонується використовувати пористі неорганічні матеріали.

5. Піноскло за своєю функціональною характеристикою може забезпечувати плавучість гелевого шару.

6. Гелеподібні шари зменшують швидкість випаровування токсичних органічних рідин. Найбільші ізолюючі властивості гелеві шари проявляють по відношенню до речовин погано розчинним у воді.

7. Коефіцієнт уповільнення випаровування для бінарних шарів піноскло + гель в 2-3 рази менше за коефіцієнт уповільнення випаровування рівно-мірного шару гелю.

8. Для бензолу коефіцієнт уповільнення випаровування для бінарних шарів піноскло + гель перевищує дорівнює 17,7.
9. Виконання вимог правил безпеки в лабораторіях при роботі з хімічно небезпечними речовинами згідно наказу МНС України.
10. Дотримання правил безпеки при роботі з ЛЗР та ГР виконуються згідно вимог охорони праці.

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		52

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Назарова О.О. Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи. Довідник / О.О. Назаров, М.М. Кулешова. Х.: АЦЗУ, 2006. 376 с.
2. Аварії на радіаційно, хімічно та біологічно небезпечних об'єктах. Довідник / Грек А.М., Сакун О.В., Григорєв О.М. та ін. Х.:ФВП НТУ «ХП», 2012. – 172с.
3. Довідник рятувальника. / За загальною редакцією В.І. Балого. – Львів: СПОЛОМ, 2012.– 712 с.
4. Дадашов И.Ф. Экспериментальное исследование изолирующих свойств гелеобразного слоя по отношению к парам органических токсичных жидкостей. Проблемы надзвичайних ситуацій. 2017. – Вып.25. – С.22-27.
5. МНС, Міністерство аграрної політики, Мінекономіки, Міністерство екології та природних ресурсів, Наказ "Про затвердження Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті" від 27.03.2001 № 73/82/64/122.
6. 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.
7. Пат. 62750 Україна, МПК С03С 11/00. Скло для отримання піно-матеріалу / Рищенко М.І., Міхеєнко Л.О., Щукіна Л.П., Федоренко О.Ю.; заявник та власник патенту НТУ «ХП». – № у 201102441; заявл. 01.03.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17. – 4 с.
8. Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи. Довідник / За загальною редакцією Назарова О.О., Кулешова М.М. Х.: АЦЗУ, 2006. 376 с.

9. Організація аварійно-рятувальних робіт: Підручник. За загальною редакцією В. П. Садкового / Аветисян В. Г., Сенчихін Ю. М., Кулаков С. В., Куліш Ю.О., Тригуб В. В.
10. Аварійно-рятувальні роботи з радіаційного та хімічного захисту. курс лекцій / І.М. Грицина, Ю.О. Куліш, В.В. Тригуб. – Х.: НУЦЗУ, 2013– 132с
11. Посібник “Аварійно хімічно небезпечні речовини” розроблений полковником запасу МІГОВИЧ Г. Г. та начальником Головного управління з надзвичайних ситуацій Київської міської держадміністрації Пшеничним В. Н.
12. 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.
13. Киреев А.А. Исследование массовой скорости выгорания древесины, огнезащитной гелеобразующей системой  $MgCl_2 + Na_2O \cdot 2,7 SiO_2$ . / А.А. Киреев, Г.В. Тарасова, К.В. Жерноклёв // Вестник национального технического университета «ХПИ». – 2006. – №43. – С.65-70.
14. Киреев А.А. Термогравиметрические исследования огнетушащих и огнезащитных гелей / А.А. Киреев // Проблемы пожарной безопасности. – 2006. – вып. 20 – С.81-85. (4-6)
15. Щукіна Л.П. Технологічні параметри отримання легкого керамзиту методом експлуатації / [Л.П. Щукіна, М.І. Рищенко, Л.О. Міхеєнко та ін.] // Вісник НТУ «ХПІ». 2015. № 50.
16. Купака В.Ю. Пути повышения эффективности тушения пожаров класса В / В.Ю. Купака, А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв // Проблемы пожарной безопасности. – 2012. – Вып. 31. – С. 105 – 108.
17. Методика прогнозування масштабів зараження сильнодіючими ядовитими речовинами при аваріях (разрушеннях) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті. – М.: ВЦК ГО, 1990. – 28 с.
18. Закону України «Про охорону праці» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668.

19. Науково-практичний коментар до закону України «Про охорону праці» - К.,1997.-С.32.
20. Безпека праці: Монографія / Д. В. Зеркалов. – Електрон. дані. – К. : Основа, 2012.
21. Міністерство надзвичайних ситуацій України, Наказ "Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин" від 22.03.2012 № 627.
22. Міністерство надзвичайних ситуацій України, Наказ "Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях" від 11.09.2012 № 1192.

					<b>НУЦЗУ.2.15-03 СХ та ХТ РПЗ-5</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		55