

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 другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «Використання швидкотвердіючих пін для локалізації
розливів токсичних речовин»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу за
другим (магістерським) рівнем вищої освіти,
групи ЗМХТ-22
галузі знань (освітньо-професійної програми)
«Хімічна інженерія та біоінженерія»,
(«Радіаційний та хімічний захист»)

Віталій ПРИХОДЬКО

(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 хімічної технології

Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Спеціальність 161 «Хімічна технологія та інженерія»

(назва)

Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»

(назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри спеціальної
хімії та хімічної технології

Євген СЛЕПУЖНИКОВ

«___» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА ПІДГОТОВКУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Приходька Віталія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Використання швидкотвердіючих пін для локалізації розливів токсичних речовин»

керівник роботи Кіреєв Олександр Олександрович, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, д. т. н., професор

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

затвержені наказом НУЦЗ України від «28» лютого 2024 року № 39

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «10» травня 2024 року

3. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах: карбометилцелюлоза, дегідрофосфат амонію, піноутворювач «Морпен», рідке скло, бензин, гелеутворювальна система.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): проаналізувати небезпеки пов'язані з розливом токсичних рідин, розглянути технології одержання пін швидкого твердіння на основі неорганічних речовин», дослідити властивості пін швидкого твердіння; провести експериментальне дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні піску, який просочено безнином; провести експериментальне дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні бензину та ізопропанолу; розробити рекомендації з використання пін швидкого твердіння для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних речовин; сформулювати вимогу щодо охорони праці.

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

Мультимедійні слайди в кількості 13 штук.

6. Консультанти за розділами кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Гапон Ю.К., доцент кафедри СХХТ		

7. Дата видачі завдання 28 лютого 2024 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва заходів кваліфікаційної роботи	Строк виконання заходів роботи	Відмітка про виконання
1	Складання плану кваліфікаційної роботи	28.02.2024	
2	Оформлення літературного огляду	01.03.2024	
3	Розроблення та оформлення 1 розділу «Аналіз небезпек пов'язаних з розливом токсичних рідин»	05.03.2024	
4	Розроблення та оформлення 2 розділу «Технологія одержання пін швидкого твердіння на основі неорганічних речовин»	15.03.2024	
5	Розроблення та оформлення 3 розділу «Дослідження властивостей пін швидкого твердіння»	25.03.2024	
6	Проведення експериментального дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні піску, який просочено безнином	01.04.2024	
7	Проведення експериментального дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні бензину та ізопропанолу	04.04.2024	
8	Розроблення та оформлення 4 розділу «Рекомендації з використання пін швидкого твердіння для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних речовин»	10.04.2024	
9	Приготування робочих розчинів піноутворюючів системи $(\text{NH}_4)+\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%)+6\% \text{ ПО «Морпен»}+0,5\% \text{ КМЦ}$	15.04.2024	
10	Розроблення та оформлення 5 розділу «Охорона праці»	20.04.2024	
11	Оформлення результатів кваліфікаційної роботи, висновки	25.04.2024	
12	Подання роботи на попередній захист	10.05.2024	
13	Захист кваліфікаційної роботи	17.05.2024	

Завдання одержав
здобувач вищої освіти _____ Віталій ПРИХОДЬКО

Завдання надав
керівник роботи _____ Олександр КІРЄЄВ

РЕФЕРАТ

Звіт про КР: 74 с., 8 рис., 7 табл., 77 джерела.

Ключові слова: випарування, зони ураження, локалізація розливів, ізоляція, токсичні рідини, швидкотвердіючі піни.

Об'єкт досліджень: процеси випарування токсичних річовиндин з використанням швидкотвердіючих пін.

Мета роботи: розробка нових ефективних методів ізоляції розливів токсичних рідин з використанням швидкотвердіючих пін на основі неорганічних речовин.

Стислий зміст роботи та висновки:

Досліджено можливість використання швидкотвердіючих пін для локалізації розливів токсичних речовин. Експериментально визначені ізолюючі властивості пін швидкого твердіння та час їх ізолюючої дії. Встановлено, швидкотвердіючі піни мають суттєву перевагу по зрівнянню з існуючими повітряно механічним пінасами як по ізолюючим властивостям так і по часу збереження імі ізолюючих властивостей. Розроблені рекомендації щодо оптимального використання запропонованого методу ізоляції розливів токсичних рідин.

Ця кваліфікаційна робота є актуальною та перспективною, оскільки вона спрямована на вирішення важливої проблеми екології та безпеки, а також може мати значний практичний вплив на підвищення рівня захисту від надзвичайних ситуацій.

Область використання: швидкотвердіючі піни можливо рекомендувати для локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаний з витоком в навколишнє середовище токсичних рідин.

ABSTRACT

QW report: 74 pages, 8 figures, 7 tables, 77 sources.

Keywords: rapid-setting foams, spill containment, toxic liquids, evaporation, insulation, affected areas.

Object of research: processes of evaporation of toxic liquids using rapid-setting foams.

Purpose of the study: development of new effective methods for isolating spills of toxic liquids using rapid-setting foams based on inorganic substances

Summary of the work and conclusions: The possibility of using rapid-setting foams for localizing spills of toxic substances has been investigated. The insulating properties of rapid-setting foams and the duration of their insulating action were experimentally determined. It was established that rapid-setting foams have significant advantages compared to existing air mechanical foams in terms of both insulating properties and the duration of maintaining these properties. Recommendations for the optimal use of the proposed method for isolating spills of toxic liquids have been developed.

This qualification work is relevant and promising as it is aimed at addressing the important issue of ecology and safety, and it may also have a significant practical impact on increasing the level of protection against emergencies.

Scope of application: rapid-setting foams can be recommended for localizing emergencies related to the leakage of toxic liquids into the environment.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПОВ'ЯЗАНИХ З РОЗЛИВОМ ТОКСИЧНИХ РІДИН	10
1.1. Україна хімічна держава	10
1.2. Небезпечні (токсичні) рідини	12
1.3. Класи небезпек	16
1.4. Класифікація небезпечних шкідливих речовин	19
1.5. Випаровування	22
1.6. Методи локалізації розливів небезпечних токсичних речовин	23
1.7 Піни та методи їх утворення	24
1.8 Висновки до розділу	25
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ НА ОСНОВІ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН	27
2.1. Загальні вимоги для засобів гасіння та ліквідації розливів горючих та токсичних рідин	27
2.2. Аналіз основних властивостей засобів гасіння та ліквідації розливів горючих та токсичних рідин	28
2.3. Експлуатаційні, екологічні та економічні параметри засобів ліквідації розливів токсичних рідин	30
2.4. Вибір складу піноутворюючої системи із заданим часом втрати текучості	31
2.5. Висновки до розділу	36
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСИТИВОСТЕЙ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ	38
3.1. Визначення кратності твердих пін	38

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>	Приходько В.О.				Використання швидкотвердіючих пін для локалізації розливів токсичних речовин	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Кіресєв О.О.						6	74
<i>Н. Контр.</i>	Скородумова О.Б.				ЗМХТ-22			
<i>Затв.</i>	Слепужніков Є.Д.							

3.2. Експериментальне дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні піску, який просочено безнином	38
3.3. Експериментальне дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні бензину та ізопропанолу	41
3.4. Висновки до розділу	46
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З РОЗЛИВОМ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН	47
4.1. Екологічні характеристики компонентів, які використовуються і ізолюючих засобах на основі ПШТ для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин	47
4.2. Експлуатаційні характеристики компонентів, які використовуються в ізолюючих засобах на основі ПШТ для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин	48
4.3. Приготування робочих розчинів піноутворюючів системи $(\text{NH}_4)+\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%)+6\%$ ПО «Морпен»+0,5% КМЦ	49
4.4. Параметри подпіння компонентів піноутворюючої системи для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин	49
4.5. Розрахунок параметрів зони можливого ураження	51
4.6. Висновки до розділу	55
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
5.1. Основні поняття	57
5.2. Вимоги з охорони праці при роботі у лабораторіях вищих навчальних закладів ДСНС України	58

5.3. Загальні вимоги безпеки праці перед проведенням робіт	59
5.4. Загальні вимоги безпеки праці під час проведення робіт	60
5.5. Заходи безпеки праці в лабораторії	61
5.6. Заходи безпеки праці після закінчення роботи	62
5.7. Пожежовибухонебезпека хімічних речовин	62
5.8. Умови зберігання піноутворювача	63
5.9. Висновки до розділу	64
ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	67

ВСТУП

Події, пов'язані з розливами токсичних речовин, завжди становлять серйозну загрозу для людей, навколишнього середовища та економіки. Швидке та ефективне реагування на такі надзвичайні ситуації є надзвичайно важливим для мінімізації наслідків та запобігання серйозним збиткам. Один з потенційних методів боротьби з розливами токсичних речовин - використання швидкотвердіючих пін.

Швидкотвердіючі піни - це спеціальні композиції, які швидко реагують і утворюють густу, нерозчинну в розливній речовині піну, що дозволяє ефективно локалізувати та уникнути подальшого поширення токсичної речовини. Цей метод виявляється особливо ефективним у випадках, коли традиційні методи контролю за розливами, такі як дамби або бар'єри, недостатньо ефективні або неможливі до застосування.

Даний дипломний проект присвячений дослідженню можливостей використання швидкотвердіючих пін для локалізації розливів токсичних речовин. Метою дослідження є вивчення ефективності цього методу, а також розробка рекомендацій щодо його впровадження та використання в реальних умовах. Дослідження проводиться з метою підвищення рівня безпеки та зменшення ризику надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливами токсичних речовин.

Для досягнення поставленої мети будуть вивчені основні принципи та принципи дії швидкотвердіючих пін, проведені експерименти для оцінки їхньої ефективності в різних умовах, а також розроблені рекомендації щодо оптимального використання цього методу.

Цей дипломний проект є актуальним та перспективним, оскільки він спрямований на вирішення важливої проблеми екології та безпеки, а також може мати значний практичний вплив на підвищення рівня захисту від надзвичайних ситуацій.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПОВ'ЯЗАННИХ З РОЗЛИВОМ ТОКСИЧНИХ РІДИН

1.1. Україна хімічна держава

Хімічна індустрія в Україні є ключовим сектором економіки, який включає хімічний, нафтохімічний та фармацевтичний сегменти. Виробництво хімічних речовин і продукції відноситься до промисловості з середньо-високим технологічним рівнем, зокрема, фармацевтика представляє високотехнологічний сектор. Це свідчить про велике значення хімічної галузі в економіці країни, оскільки її розвиток має суттєвий вплив на макроекономічні показники.

Українська хімічна промисловість активно спрямована на промислових споживачів, аграрний сектор і експорт. Основний попит на продукцію спостерігається у сільськогосподарському секторі та інших галузях, таких як металургія, легка і текстильна промисловість, фармація. Хоча також є певний попит серед звичайних споживачів, він менший у порівнянні з іншими секторами [1].

Специфіка хімічної галузі включає регіональне розташування підприємств неподалік від сировинної бази, особливо виробників добрив, які знаходяться ближче до споживачів у аграрних регіонах. Хоча структура хімічної галузі залишається сировинно-орієнтованою, спостерігаються певні зміни у спрямуванні на виробництво первинних пластмас та хімічної продукції для споживання.

Україна має значні запаси практично всіх видів мінеральної хімічної сировини, що сприяє розвитку галузі. Однак відсутність власних нафтових резервів негативно впливає на нафтохімічне виробництво, а також на виробництво пластмас і полімерів. Також існує тенденція до зменшення частки вітчизняної сировини у галузі [2].

Деструктивні чинники на макроекономічному, ринковому та політичному рівнях призвели до зменшення виробничого потенціалу хімічної галузі та зниження її частки в обсягах реалізації промисловості. В Україні видобувають

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

гірничо-хімічну сировину, таку як сірка, фосфатні та калійні солі, які використовуються у виробництві мінеральних добрив та іншої продукції [3].

Вітчизняні хімічні підприємства виробляють понад 50 тисяч товарів, більшість з яких знаходить своє застосування в інших галузях промисловості. Меншу частину складають товари для побутового вжитку, косметичні засоби та інші товари народного вжитку. Найбільший обсяг реалізації припадає на групу "основної хімічної продукції", до якої входять добрива та інші органічні та неорганічні сполуки [4]. Це пов'язано з важливою роллю сільського господарства у економіці. У 2018 році виробництво хімічних речовин і хімічної продукції зайняло 7-е місце серед галузей переробної промисловості, з часткою 2,6% від обсягу реалізованої промислової продукції. У 2019 році обсяг виробництва хімічної продукції в Україні досягнув 2,8 мільярдів доларів США, з середньорічним темпом зростання 8% за останні 4 роки.

Проте Україна значною мірою залежить від імпорту хімічної продукції, зокрема нафтохімічної та фармацевтичної, а також мінеральних добрив. У 2019 році Україна імпортувала хімічної продукції на суму 7,5 мільярдів доларів США, або 12% від частки імпорту країни. Це свідчить про великий внутрішній попит на хімічну продукцію, який не може бути задоволений власним виробництвом.

Український ринок мінеральних добрив характеризується зростанням попиту, особливо на азотні добрива, які складають 68% від загального обсягу ринку. У 2011 році Україна досягла рекордного показника в аміачному виробництві - 5,26 мільйонів тонн. Країна експортує мінеральні добрива до 70 країн, з основними покупцями, такими як Індія, Бразилія, Туреччина, Мексика, Пакистан та Нігерія. Однак, останнім часом ринок мінеральних добрив став менш передбачуваним, і українські виробники змушені адаптуватися до змін споживчих вподобань та кон'юнктури ринку [5].

До 2013 року тенденції розвитку хімічної промисловості в Україні та Європейському Союзі були подібні: зниження виробництва хімічних речовин і продукції у 2007–2009 роках, після чого наступило зростання у 2010 році, а в 2012 спостерігався знову спад. Проте впродовж 2013–2015 років відбулися

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розбіжності: в країнах ЄС відбувалося незначне зростання виробництва хімічної продукції (від 0,2% у 2013 до 1,5% у 2015), тоді як в Україні спостерігалось суттєве зниження (від -19,3% у 2013 до -15,2% у 2015). У 2017 році в Україні обсяги виробництва хімічних речовин і продукції істотно збільшилися на 18,4% (а фармацевтичних продуктів і препаратів — на 6,9%), тоді як в ЄС зростання було незначним — 1,8% та 2,1% відповідно. Це свідчить про вищу вразливість вітчизняної хімічної промисловості до змін у зовнішньому і внутрішньому середовищах [7].

Діяльність української хімічної промисловості відрізняється від країн Європейського Союзу через низькі показники ефективності. Україна поступається лише Великобританії, Іспанії, Італії, Німеччині, Франції та Польщі за кількістю хімічних підприємств, проте обсяг реалізованої хімічної продукції на одне підприємство значно менший, ніж у країнах ЄС. Також, обсяг реалізованої хімічної продукції на одного працівника в Україні в 2,7 раза менший, ніж у Латвії, яка має найнижчий показник серед країн ЄС, та майже в 35 разів менший, ніж у Нідерландах. Україна перевищує країни ЄС лише за показниками частки хімічної продукції в загальному обсязі реалізованої промислової продукції та частки працездатних осіб у виробництві хімічних речовин і продукції.

Хімічна промисловість України, яка має значний обсяг експорту та залежить від імпорту, безпосередньо піддана впливу світової кон'юнктури на ринку хімічної продукції. Активний зріст виробництва хімічної продукції в Україні протягом 2016–2018 років, який перевищував аналогічні показники в країнах ЄС, свідчить про перспективи розвитку вітчизняної хімічної промисловості [6].

1.2. Небезпечні (токсині) рідини

У наш час було ідентифіковано понад 54 тисячі хімічних сполук, які відносяться до небезпечних хімічних речовин (НХР), оскільки вони можуть спричиняти інтоксикацію або отруєння живих організмів. Хімічні речовини

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

потрапляють в організм через дихання (інгаляція), через шлунково-кишковий тракт (перорально) або через шкіру та слизові оболонки (перкутанно).

Вплив хімічних речовин на людський організм може спричиняти різноманітні форми отруєння - гострі та хронічні. Гострі отруєння виникають унаслідок короткочасного впливу значних доз шкідливих речовин і характеризуються вираженими симптомами протягом першого дня або навіть кількох годин. Такі випадки часто спостерігаються після великих промислових аварій. З іншого боку, хронічні отруєння розвиваються поступово при тривалому впливі хімічних речовин у невеликих кількостях.

При гострому та хронічному отруєнні однією й тією ж речовиною спостерігаються різні прояви. Наприклад, бензол при гострому отруєнні переважно викликає порушення нервової системи, тоді як при хронічному отруєнні можуть виникати проблеми з кровотворенням.

Більшість хімічних речовин можуть викликати як гострі, так і хронічні отруєння, проте деякі мають більшу схильність до однієї з цих форм. Наприклад, ціанідна кислота переважно викликає гострі отруєння, тоді як свинець або марганець можуть призводити до хронічних отруєнь. Також існують підгострі отруєння, які розвиваються повільніше, але мають тривалий хронічний перебіг.

Живі організми можуть толерувати певну кількість забруднюючих речовин без негативних наслідків. Цей рівень, нижче якого не спостерігається негативної реакції, називається пороговим рівнем. Для деяких сполук, що накопичуються в організмі, порогові рівні надзвичайно низькі, що означає, що будь-який вплив може призвести до шкоди.

Відповідно до останніх нормативних документів України про небезпечні хімічні речовини, таких як Постанова Кабінету Міністрів України від 03.02.2016 р. № 106 "Порядок класифікації, маркування і упаковки хімічних речовин", небезпечні хімічні речовини поділяються на наступні категорії:

1). Токсичні речовини: це речовини, які при взаємодії з живими організмами можуть призвести до їх смерті і мають такі характеристики:

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- середня смертельна доза при введенні в шлунок становить від 15 мг/кг до 200 мг/кг;
- середня смертельна доза при нанесенні на шкіру становить від 50 мг/кг до 400 мг/кг;
- середня смертельна концентрація в повітрі становить від 0,5 мг/дм³ до 2 мг/дм³.

2). Високотоксичні речовини: це речовини, які при взаємодії з організмами можуть призвести до їх смерті і мають такі характеристики:

- середня смертельна доза при введенні в шлунок не перевищує 15 мг/кг;
- середня смертельна доза при нанесенні на шкіру не перевищує 50 мг/кг;
- середня смертельна концентрація в повітрі не перевищує 0,5 мг/дм³.

3). Речовини, що становлять небезпеку для природного середовища: це речовини, які мають такі характеристики у водному середовищі:

- середня смертельна доза при вдиханні риби протягом 96 годин не перевищує 10 мг/дм³;
- середня концентрація отрути, необхідна для виклику певного ефекту на дафнії протягом 48 годин, не перевищує 10 мг/дм³;
- середня інгібуюча концентрація при впливі на водорості протягом 72 годин не перевищує 10 мг/дм³.

Небезпечні токсичні рідини можуть бути складовими частинами промислових процесів, наприклад, хімічних виробництв, нафтопереробних заводів, електростанцій, лабораторій та інших установок. Вони також можуть використовуватися як пестициди, добрива, фарби, розчинники, миючі засоби, антифризи та багато інших продуктів у побуті та промисловості [7-9].

Можуть представляти значну небезпеку для здоров'я та безпеки людей і навколишнього середовища. Вони можуть бути небезпечними при контакті зі шкірою, вдиханні парів або навіть просто при неправильному зберіганні та

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

використанні. Небезпеки включають хімічні опіки, отруєння, інтоксикацію, алергічні реакції та інші серйозні проблеми зі здоров'ям. Також можуть мати шкідливий вплив на живі організми на різних рівнях. Вони можуть спричиняти подразнення шкіри, очей та дихальних шляхів, викликати отруєння, порушення функцій органів та систем організму, і навіть призводити до онкологічних захворювань. Вплив на рослини може включати забруднення ґрунту та водних джерел, отруєння та гальмування росту та розвитку[9].

Загалом, небезпечні токсичні рідини вимагають особливої уваги та обережності при обробці, зберіганні та використанні. Необхідно дотримуватися всіх встановлених правил безпеки, включаючи використання відповідного захисного обладнання та роботу в умовах з хорошою вентиляцією. Також важливо мати належну підготовку та навчання з правильного оброблення цих речовин.

Ось кілька прикладів небезпечних токсичних рідин:

Ртуть є однією з найбільш отруйних речовин, яка може бути у рідкому стані. Контакт з ртуттю може призвести до серйозних проблем з нервовою системою, нирками та шкірою.

Гідразин (N_2H_4) є токсичною речовиною, яка може призвести до серйозних наслідків для здоров'я. Він може подразнювати шкіру, очі та дихальні шляхи, а також викликати головний біль, запаморочення та інші негативні ефекти. Діє як інгібітор ацетилхолінестерази, ферменту, який відповідає за розклад ацетилхоліну, нейромедіатора в нервовій системі. Це може призвести до порушення нервової передачі та неврологічних випадків. Може виділятися у вигляді токсичних парів при нагріванні або розпиленні, що може призвести до отруєння вдиханим повітрям. Гідрозин є легкозаймистим та може підтримувати горіння, що робить його пожежонебезпечним матеріалом.

Гексанол може бути токсичним при великих дозах або тривалому впливі. Він може подразнювати шкіру та слизові оболонки, спричиняти головний біль, запаморочення та інші негативні ефекти при контакті з ним. Великі дози гексанолу можуть мати негативний вплив на центральну нервову систему, що

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

може призвести до розладів координації рухів, збудливості та інших неврологічних симптомів. Легокозаймиста рідина. При нагріванні до високих температур він може виділяти пари, які утворюють займистий аерозоль, що може спричинити пожежу або вибух. Пари гексанолу можуть бути токсичними при вдиханні. Це може призвести до подразнення дихальних шляхів, головного болю, запаморочення та інших симптомів[11].

Кислоти, такі як сірчана кислота або соляна кислота, а також луги, наприклад, натрій гідроксид, можуть бути надзвичайно небезпечними, оскільки вони можуть викликати серйозні хімічні опіки або інші ушкодження при контакті зі шкірою або очима.

Також рідини можуть містити отруйні речовини, такі як різні хімічні розчинники або речовини, які використовуються у промислових процесах. Контакт з цими рідинами може спричинити отруєння або серйозні ушкодження органів.

Деякі рідини можуть бути небезпечними для рослин і тварин, наприклад, пестициди або рідини, які містять важкі метали. Ці речовини можуть отруювати ґрунт, воду та рослини, а також мати негативний вплив на тваринний світ [12].

Небезпечні токсичні рідини потребують особливої уваги та обережності при їх обробці, зберіганні та використанні. Це може включати використання спеціального захисту, такого як рукавиці, окуляри та маски для обличчя, а також дотримання відповідних процедур безпеки та вентиляції. Крім того, важливо правильно зберігати ці речовини, щоб уникнути випадкових викидів або забруднення довкілля. Використання небезпечних токсичних рідин потребує також спеціальної підготовки та навчання для зменшення ризику випадкових травм або забруднення.

1.3. Класи небезпек

За ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи небезпеки:

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 1.3.

Норми показників для визначення класу безпеки шкідливої речовини

Показник	Норма класу безпеки				
	1	2	3	4	
Гранично допустима концентрація в повітрі робочої зони, мг/м ³	< 0,1	0,1 - 10	1,1 - 10	> 10	
Середня смертельна доза при потраплянні в шлунок, мг/кг	< 15	15 - 150	151 - 5000	> 5000	
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	< 100	100 - 500	501 - 2500	> 2500	
Середня смертельна концентрація в повітрі, мг/м ³	< 500	500 - 5000	5001 - 50000	> 50000	
Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КІ)	> 300	300 - 30	29 - 3	< 3	
Зони	гострої дії	< 6	6 - 18	18,1 - 54	> 54
	хронічної дії	> 10	10 - 5	4,9 - 2,5	< 2,5

Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КІ) - це показник, що використовується для оцінки ризику отруєння при вдиханні небезпечних речовин. Цей коефіцієнт визначає, яка кількість речовини може бути небезпечною при вдиханні протягом певного часу. Зона гострої дії - це 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 - це 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 4 год., п'ять разів на тиждень протягом не менше чотирьох місяців [13].

Класифікація шкідливих речовин визначається згідно з показником, який відповідає найвищому рівню небезпеки. Терміни, використовані у стандарті, пояснюються наступним чином:

Шкідлива речовина - це речовина, яка, якщо контактує з організмом людини без дотримання необхідних заходів безпеки, може призвести до виробничих травм, професійних захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються як під час роботи, так і у віддаленому майбутньому, включаючи наступні покоління.

Середня смертельна доза при введенні в шлунок - це доза речовини, яка спричиняє смерть 50% тварин при введенні в шлунок.

Середня смертельна концентрація в повітрі - це концентрація речовини, яка викликає смерть 50% тварин при вдиханні протягом двох-чотирьох годин.

Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру - це доза речовини, яка спричиняє смерть 50% тварин при нанесенні на шкіру.

Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння - це відношення максимально можливої концентрації шкідливої речовини в повітрі при 20°C до середньої смертельної концентрації речовини для мишей.

Зона гострої дії - це відношення середньої смертельної концентрації шкідливої речовини до мінімальної концентрації, яка викликає зміни біологічних показників на рівні цілого організму, що виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій [14].

Зона хронічної дії - це відношення мінімальної концентрації, яка викликає зміни біологічних показників на рівні цілого організму, що виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій, до мінімальної концентрації, яка викликає шкідливі наслідки в хронічному експерименті, проведеному чотири або п'ять разів на тиждень протягом не менше чотирьох місяців.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Класифікація небезпечних шкідливих речовин

У повітрі робочої зони проводиться згідно з рівнем Гранично Допустимої Концентрації (ГДК) згідно з наступними категоріями:

Речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше 0,1 мг/м³ (наприклад, свинець, ртуть, озон).

Речовини високо небезпечні, ГДК від 0,1 до 1,0 мг/м³ (наприклад, сірчана та соляна кислоти, хлор, фенол, бром, йод).

Речовини помірно небезпечні, ГДК від 1,1 до 10,0 мг/м³ (наприклад, вінілацетат, толуол, ксилол, метиловий спирт, оксид цинку).

Речовини мало небезпечні, ГДК більше 10,0 мг/м³ (наприклад, пари спирту, бензину, ацетону, аміак).

Повний список шкідливих речовин та їх класів небезпеки у повітрі робочої зони можна знайти в Гігієнічних регламентах хімічних речовин у повітрі робочої зони, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Контроль за концентрацією шкідливих речовин у повітрі робочої зони має проводитися з різною періодичністю залежно від класу небезпеки цих речовин:

Для речовин 1-го класу небезпеки – один раз на 10 днів.

Для речовин 2-го класу небезпеки – один раз на місяць.

Для речовин 3-го та 4-го класу небезпеки – один раз на квартал.

При відповідності вмісту шкідливих речовин 3-го та 4-го класів небезпеки рівню ГДК допускається проводити контроль не рідше одного разу на рік [15].

Класи небезпеки шкідливих речовин у воді

Класифікація небезпеки шкідливих речовин у воді ґрунтується на показниках, що відображають різні ризики для здоров'я людини та навколишнього середовища, включаючи такі аспекти, як токсичність, кумулятивність, здатність викликати віддалені ефекти та обмеження щодо шкідливості. Згідно з цією класифікацією, речовини поділяються на такі класи небезпеки:

I клас – надзвичайно небезпечні;

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

II клас – високо небезпечні;

III клас – небезпечні;

IV клас – помірно небезпечні.

При використанні цієї класифікації для аналізу води враховуються наступні аспекти:

Вибір індикаторних речовин для першочергового контролю в воді.

Визначення послідовності заходів водоохоронних, які можуть потребувати додаткових інвестицій.

Обґрунтування рекомендацій щодо заміни високо небезпечних речовин менш небезпечними у технологічних процесах.

Визначення пріоритетів у розробці чутливих методів аналітичного визначення речовин у воді.

Проте важливо зауважити, що ці класи небезпеки варто використовувати як основу для прийняття рішень з охорони навколишнього середовища та забезпечення безпеки людей [17].

Класифікація небезпеки шкідливих речовин у ґрунті

Здійснюється згідно з діючим природоохоронним законодавством та поділяється на чотири групи небезпечності, що ґрунтується на величинах гранично допустимих концентрацій та орієнтовно допустимих концентрацій (ОДК) хімічних речовин у ґрунті:

1 група – речовини надзвичайно небезпечні

2 група – речовини дуже небезпечні

3 група – речовини помірно небезпечні

4 група – інші

Ця класифікація допомагає при:

Виборі речовин для першочергового контролю та моніторингу ґрунтів як індикаторних речовин.

Визначенні послідовності заходів з охорони навколишнього середовища, що потребують додаткових інвестицій, для захисту ґрунтів від забруднення.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтуванні рекомендації заміни високонебезпечних речовин на менш небезпечні у технологічних процесах.

Визначенні пріоритету розробки чутливих методів аналітичного визначення речовин у ґрунті.

Таблиця 1.4

Категорії небезпек

Категорія небезпеки	Перелік небезпечних речовин відповідно до категорії
Надзвичайно небезпечні (ГДК, ОДК < 0,2 мг/кг)	Нафта та нафтопродукти, Ртуть, Фенол, Цинк, Селен, Фтор
Дуже небезпечні (ГДК, ОДК 0,2-0,5 мг/кг)	Сірководень, Бензол, Толуол, Бор
Помірно небезпечні (ГДК, ОДК > 0,5 мг/кг)	Сульфати, Ванадій, Формадельгід, Аніонні поверхнево – активні речовини

При оцінці ступеня небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами, важливо враховувати такі загальні закономірності:

Чим більше фактичний вміст речовини перевищує ГДК, тим вища небезпека забруднення. Це може бути виражено за допомогою коефіцієнта $K=C/\text{ГДК}$, де C - фактичний вміст речовини. Чим більше значення K перевищує одиницю, тим більше небезпека [17].

Клас небезпеки контрольованої речовини, його персистентність, розчинність в воді і рухливість у ґрунті та глибина забрудненого шару: Речовини вищого класу небезпеки, більша їхня стійкість, розчинність та глибина проникнення у ґрунт роблять забруднення більш небезпечним.

Буферна здатність ґрунту: Чим менше буферна здатність ґрунту (залежить від механічного складу, вмісту органічної речовини, кислотності), тим більша небезпека забруднення. Низький вміст гумусу, низьке рН ґрунту і простий механічний склад роблять забруднення хімічними речовинами більш небезпечним.

Ці закономірності важливі при визначенні та контролі небезпеки забруднення ґрунту, що допомагає в управлінні ризиками та прийнятті рішень з охорони довкілля.

1.5. Випаровування

Випаровування - це процес переходу рідини в газову фазу. Він відбувається, коли молекули рідини отримують енергію від навколишнього середовища та набувають достатньої кінетичної енергії для переходу в газовий стан. Цей процес відбувається на поверхні рідини, де молекули відділяються від маси рідини та переходять у газовий стан.

Для випаровування відбувається звільнення молекул з поверхні рідини. Це може відбуватися в будь-який час, коли рідина знаходиться в умовах, коли температура вища за точку кипіння речовини та коли тиск над рідиною недостатньо великий, щоб утримати всі молекули в рідкому стані.

Випаровування може відбуватися на будь-якій температурі, проте при підвищенні температури швидкість випаровування зазвичай збільшується, оскільки молекули рідини отримують більше енергії для переходу у газову фазу. Крім того, випаровування зазвичай залежить від характеристик самої рідини (наприклад, її тиск насиченості, температура кипіння, поверхневе натягнення), від температури та вологості навколишнього середовища та інших факторів[69].

Випаровування є важливим процесом у природі та в промисловості, оскільки воно впливає на розподіл речовин у природних та технічних системах, на рівень вологості та на утворення пари та туману в атмосфері. Цей процес також може бути контрольованим і використовується для видалення розчинених речовин з рідин або для концентрування корисних речовин шляхом випаровування розчинів.

Також цей процес є одним із важливих механізмів для розповсюдження речовин у навколишньому середовищі. Випаровані речовини можуть утворювати пари, які разносяться повітрям та можуть потрапити в інші середовища, такі як атмосфера, ґрунт або водні джерела. Це може мати велике значення для забруднення довкілля та його впливу на здоров'я людей та екосистему.

Випаровування також може бути важливим процесом для контролю вологості в повітрі та для регулювання температури. Наприклад, випаровування

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

води з поверхні шкіри людини або рослин сприяє охолодженню тіла або листя шляхом відбирання тепла від поверхні.

У промислових процесах випаровування може бути використане для концентрування розчинів, видалення розчинених речовин або для виробництва продуктів, які вимагають високих ступенів чистоти. Наприклад, у виробництві харчових продуктів чи в хімічній промисловості випаровування може бути ефективним методом очищення та концентрації рідинних продуктів[17-26].

Крім того, випаровування може відбуватися в природних екосистемах, таких як океани, річки та озера, де відбувається перехід води в атмосферу у вигляді водяної пари, що створює вологість та впливає на клімат та погодні умови.

1.6. Методи локалізації розливів небезпечних токсичних речовин

Локалізація розливів небезпечних токсичних речовин - це важлива та необхідна дія у разі виникнення аварійних ситуацій на об'єктах, де вони можуть мати місце, таких як хімічні заводи, транспортні маршрути з перевезенням небезпечних речовин та інші промислові об'єкти.

Основна мета локалізації розливів полягає в тому, щоб запобігти поширенню токсичних речовин у навколишнє середовище та мінімізувати їхні негативні впливи на здоров'я людей, тварин і навколишній екосистемі.

Ось деякі загальні методи локалізації розливів:

- Встановлення бар'єрів. За допомогою спеціальних матеріалів або конструкцій створюють бар'єри, щоб обмежити поширення речовини. Це може включати в себе застосування підстилки, бар'єрів і преград, щоб утримати речовину на місці.

- Використання абсорбентів. Абсорбенти використовуються для вбирання та нейтралізації небезпечних речовин, що витікають. Це можуть бути різноманітні матеріали, такі як вапно, глина або спеціальні хімічні речовини.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Застосування спеціального обладнання. Для локалізації розливів може бути використано спеціальне обладнання, таке як насоси, контейнери для зберігання, апарати для розпилення абсорбентів тощо.

- Евакуація та захист населення. У випадку серйозних аварій може бути необхідно евакуювати мешканців з небезпечної зони та надати їм необхідний захист від токсичних речовин, наприклад, застосування захисних масок або сирени попередження.

Ці заходи спрямовані на зменшення ризику та мінімізацію можливих наслідків небезпечних розливів токсичних речовин для людського здоров'я та довкілля [25-31].

1.7. Піни та методи їх утворення

Піна - це пожежогасний матеріал, який використовується для гасіння пожеж. Вона складається з води та піногенеруючого засобу, який може бути доданий до води для створення піни. Піни зазвичай використовуються в пожежних системах, пожежних автомобілях та інших засобах для гасіння пожеж.

Піни можуть бути використані для гасіння різних типів пожеж, включаючи пожежі горючих рідин, таких як бензин або нафта, пожежі твердих матеріалів, таких як дерево або пластик, або пожежі горючих газів. Вони працюють, утворюючи захисний шар на поверхні горючого матеріалу, що запобігає доступу повітря та витоку горючих газів, тим самим припиняючи горіння.

Існують різні типи пін, такі як водна піна, альбумінатна піна, а також швидкотвердіючі піни, які швидко тверднуть після нанесення. Піни є одним з найпоширеніших та ефективних засобів для гасіння пожеж і використовуються в пожежній діяльності на всій території світу.

Методи утворення пін

Механічне перемішування - метод включає перемішування води та спеціального піногенеруючого засобу за допомогою механічного обладнання, такого як піногенератор або спеціальні насоси.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічне утворення, тобто піни утворюватися шляхом хімічної реакції між водою та піногенеруючим засобом. Це може включати в себе взаємодію спеціальних хімічних речовин, що містяться у піногенеруючому концентраті, з водою [26].

Швидкотвердіючі піни

Швидкотвердіючі піни - це піни, які швидко тверднуть після нанесення, і вони зазвичай використовуються в ситуаціях, де потрібно швидко локалізувати пожежу або утримати рідку речовину, яка витікає. Деякі з цих пін мають особливі хімічні реакції, які допомагають їм швидко тверднути.

Застосування швидкотвердіючих пін при гасінні пожеж:

Утримання рідких речовин: Швидкотвердіючі піни можуть використовуватися для утримання рідких речовин, які витікають, щоб запобігти їх поширенню та запалюванню.

Захист від ігніції: Після твердіння швидкотвердіюча піна може утворювати захисний шар, який запобігає доступу повітря до горючих речовин, зменшуючи тим самим ризик їх подальшого запалювання.

Локалізація пожежі: Швидкотвердіючі піни можуть бути використані для швидкої локалізації пожежі, зменшуючи ризик поширення вогню на інші області.

Застосування швидкотвердіючих пін може бути ефективним способом боротьби з пожежами та утримання рідких небезпечних речовин під контролем [26-28].

1.8. Висновки до розділу

Швидкотвердіючі піни можуть бути надзвичайно корисними для локалізації небезпечних хімічних та токсичних речовин. Особливо це стосується речовин високого та дуже високого класу безпеки, які можуть швидко розповсюджуватися та завдають шкоду навколишньому середовищу та здоров'ю людей. Ось кілька причин, чому швидкотвердіючі піни можуть бути необхідними для локалізації цих речовин:

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1). Здатні швидко затвердівати та утворювати прочну ізольовану бар'єрну поверхню. Це дозволяє ефективно та оперативно локалізувати речовини та запобігти їх подальшому розповсюдженню.

2). Можуть бути використані для заповнення та ущільнення будь-яких порожнистих просторів або тріщин у поверхнях, що може бути важливим для забезпечення ефективної ізоляції небезпечних речовин.

3). Створюють міцну бар'єрну поверхню, яка ізолює небезпечні речовини від навколишнього середовища. Це може допомогти уникнути подальшого забруднення ґрунту, повітря або водойм.

4). Стійкі до розчинників та хімічно стійкі, що робить їх ефективними для локалізації різних типів хімічних речовин.

5). Використання швидкотвердіючих пін досить просте та може бути виконане без значних спеціалізованих навичок або обладнання.

Отже, швидкотвердіючі піни відіграють важливу роль у локалізації та контролі небезпечних хімічних та токсичних речовин, забезпечуючи швидку та ефективну реакцію на випадки надзвичайних ситуацій та аварій.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						26
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ НА ОСНОВІ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

2.1. Загальні вимоги для засобів гасіння та ліквідації розливів горючих та токсичних рідин.

Обов'язковою вимогою для засобів ліквідації розливів токсичних рідин є їх позитивна плавучість в токсичних рідинах. Ця умова виконується, якщо щільність ізолюючого шару менше, ніж щільність токсичної рідини. Мінімальна щільність більшості рідин при звичайних температурах навколишнього середовища становить 700 кг/м^3 . Це означає, що ізолюючий засіб повинен мати щільність менше цієї величини. Цим вимогам не задовольняє жодна з рідин і жодна з твердих речовин. Однак цим вимогам можуть відповідати піни та пористі тверді матеріали, різні різновиди пін.

Ще однією вимогою до засобів ізоляції поверхонь токсичних рідин є їх високі ізолюючі властивості та стійкість. В даний час практично єдиним ізолюючим засобом є різні види вогнегасних пін. З нових засобів ізоляції можна виділити ізолюючі системи на основі пін швидкого твердіння та легких сипких матеріалів. На кафедрі СХХТ НУЦЗУ такі засоби було запропоновано як для гасіння горючих рідин так і для ізоляції розливів ТР. Для вибору найкращого ізолюючого засобу є потреба порівняти ці засоби. Зі ПШТ частково було досліджену тільки одну систему в якій використовуються рідке скло і гідрокарбонат натрію [29].

Важливою загальною вимогою до засобів ліквідації розливів токсичних рідин є їх негорючість та термічна стійкість. Причому ця вимога, як у разі гасіння рідини, так і у разі ізоляції розливів токсичних рідин є обов'язковою. Останнє зумовлено тим, що переважна більшість токсичних рідин є пальним. А можливість займання розлитої рідини не можна виключати.

Важливою вимогою до ізолюючого шару є його хімічна інертність. Такий шар не повинен розчинятися в більшості рідин, а його компоненти не реагувати з

рідинами, на які він наноситься. Ця вимога має виконуватися як за нормальних температур і умовах теплового впливу.

Для ліквідації розливів токсичних рідин важливим є можливість отримання суцільного ізолюючого шару на поверхні рідини. Це вимагає забезпечити можливість рівномірної подачі відповідних речовин на поверхню рідини. При цьому важливим є здатність матеріалу покриття спонтанно розтікатися або розподілятися по поверхні ТР. Вимогам можливості забезпечення рівномірної подачі та здібності розтікатися по поверхні рідини найбільшою мірою відповідають різні види пін [30].

Крім того, до засобу, що розглядається, пред'являються вимоги екологічної безпеки. Це досягається двома шляхами вибором нетоксичних або малотоксичних речовин та зниженням концентрацій токсичних речовин.

Ще однією вимогою до передбачуваного засобу є прийнятні економічні параметри. Поліпшити економічні параметри можна вибором речовин з низькою вартістю, зменшенням кількості використовуваних речовин [31].

2.2. Аналіз основних властивостей засобів гасіння та ліквідації розливів горючих та токсичних рідин

Плавучість існуючих вогнегасних пін добре відома і в цій роботі не розглядатиметься. Тут тільки відзначимо, що досягти позитивної плавучості можна не тільки за рахунок меншої щільності ізолюючого покриття в порівнянні з щільністю рідини. Прикладом ізолюючого покриття, щільність якого більше ніж щільність рідини, що покривається, є плівки, що утворюються при використанні плівкоутворюючих піноутворювачів.

Критерію позитивної плавучості відповідають легкі пористі матеріали. Пористими матеріалами можна рівномірно покрити поверхню рідини, якщо вони знаходяться у вигляді гранул. У такому вигляді вони є легкоспинним матеріалом. Система подачі гранульованого піноскла була раніше розроблена для цілей пожежогасіння [31-35].

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Критеріям щільності відповідають багато з пористих неорганічних матеріалів: спучені перліт і вермікуліт, піноскло, пемза, керам-зит, газо- і пінобетон, ракушняк, порожнисті скляні мікросфери. Позитивної плавучості також відповідають велика кількість пінопластів на підставі органічних речовин. Однак такі матеріали не відповідають низці інших обов'язкових вимог до засобів ліквідації розливів ТЗ.

У цієї роботі в якості кількісної характеристики плавучості (Π) було обрано [36-39]. відношення висоти шару легкого сипучого матеріалу, що знаходиться над рівнем рідини ($h \uparrow$), до загальної висоти цього шару ($h = h \uparrow + h \downarrow$):

$$\Pi = \frac{h \uparrow}{h} = \frac{h \uparrow}{h \uparrow + h \downarrow}, \quad (2.1)$$

За цим показником ПМП перевершують сипкі матеріали. Але плавучість ПШТ раніше не було визначено. Тому ми провели відповідні дослідження, опис яких наведено у розділі 3. Вони показали, що плавучість ПШТ зменшується з часом. Відразу після нанесення на поверхню бензину БТП складу $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ (9%)+ NaHCO_3 (9%)+6% ПО+0,5% КМЦ мала плавучість 77 %. Через 30 хвилин вона знизилася до 46%. Середнє значення плавучості цей проміжок часу становило 61,5 %. Порівняння цього значення з даними для сипких пористих матеріалів, показують перевагу ПШТ за параметром плавучості в перші 30 хвилин після нанесення ПШТ на поверхню рідини. Надалі затверділа піна просочується рідиною і поступово притоплюється. З цього можна зробити висновок, що кошти на основі сипких матеріалів мають перевагу перед ПШТ для часу більше 30 хвилин.

З цього можна зробити висновок, що ПШТ мають істотні переваги по зрівнянню з засобами на основі легких сипких матеріалів.

2.3. Експлуатаційні, екологічні та економічні параметри засобів ліквідації розливів токсичних рідин.

Пінні засоби пожежогасіння.

Умови експлуатації обладнання та вогнегасних речовин, що використовуються у пінному пожежогасінні, є добре відпрацьованими. У літературі відзначаються проблеми з екологічними характеристиками плівкоутворюючих фторвмісних піноутворювачів

Також відзначається висока вартість плівкоутворювальних фторованих піноутворювачів. За умов зберігання речовин, що використовуються в пінному пожежогасінні можна відзначити високу біологічну стійкість (крім протеїнових) і низьку морозостійкість. Також можна відзначити, що процес отримання робочих розчинів ПУ добре відпрацьований і не викликає особливих труднощів.

Піни швидкого твердіння.

До складу ПШТ, як та інших пінних засобів пожежогасіння, входять ПУ. Однак для отримання ПШТ не використовують плівкоутворювальні піноутворювачі, що підвищує їх екологічні характеристики. Крім того, відзначається більш висока стійкість ПШТ, що забезпечує менші витрати екологічно небезпечних речовин на гасіння пожеж та ліквідацію розливів токсичних рідин.

Оцінюючи економічних параметрів ПШТ необхідно взяти до уваги як позитивного чинника значно менша їх масова витрата. Як негативну характеристику використанням додаткових компонентів, що забезпечують процес гелеутворення. Технічні засоби подачі ПШТ складніші через необхідність змішування двох компонентів ГОС. Це також ускладнює експлуатацію генераторів ПШТ, тому що при позаштатних режимах роботи можливе утворення гелю в камері змішування. Це дозволяє зробити висновок про нижчі економічні параметри ПШТ порівняно з параметрами повітряно-механічних пін. Хоча остаточно питання економічності ПШТ можна буде вирішити після уточнення витрати ПШТ на ліквідацію розливу ТР. Також необхідно зазначити, що за

умовами зберігання компонентів для отримання БТП близькі до інших пінних засобів [40].

2.4. Вибір складу піноутворюючої системи із заданим часом втрати текучості.

В роботах [51-56] запропоновано для втрати текучості піни використовувати явище гелеутворення. Це потребує ввести до складу піноутворюючої системи речовин які в результаті реакції утворюють нетекучу систему гель. Це потребує використовувати двокомпонентну систему, яка складається з двох окремих розчинів. Один з розчинів повинен мати у складі гелеутворювач, Другий розчин повинен мати у складі активатор гелеутворення. Склад розчинів треба підібрати так, щоби гель утворювався через деякий час після змішування. За такий час було прийнято 60 ± 10 с секунд. За цей час треба змішати розчини, провести спінювання системи, подати піну на захищену поверхню ТЖ і розтектись по неї. Також треба відмітити, що до складу піноутворюючої системи треба обов'язково ввести ПУ. В подальших дослідках в якості ПУ використовувався «Морпен», який дає добрі результати з водою с великим вмістом солей.

На підставі аналізу літератури в якості гелеутворювачу був обраний водний розчин рідкого натрієвого скла (полісілікат натрію). Рідке скло використовується як в'язучий, інгібітор корозії сплавів заліза, як основний компонент силікатного клею, сировина для отримання інших силікатів і силікагелю. Фізико-хімічні властивості рідкого скла, що виробляється, встановлюються в залежності від галузі застосування. Найбільш поширеним видом рідкого скла є концентрат, що використовується у будівництві.

У літературі відома велика кількість речовин, що викликають гелеутворення.

У роботах Петухова Р.А. представлені результати визначення часу швидкого гелеутворення більш ніж 30 гелеутворюючих систем. Системи, в яких

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

каталізаторами гелеутворення виступали солі двох і тривалентних металів викликають дуже швидке гелеутворення. При зменшенні концентрації каталізаторів гелеутворення не відбувається істотного збільшення часу гелеобразования, а утворюється аморфний неоднорідний осад. При цьому система, що утворюється, повністю не втрачає текучість.

Розчини ряду сильних і слабких кислот дозволяли варіювати в широких межах час гелеутворення, але через їх високу агресивність було виключено з розгляду. Найбільш прийнятними в якості каталізатора гелеутворення показали себе ряд кислих солей (KH_2PO_4 , NaH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NaHCO_3) і амонійних солей (NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. В цієї роботі в якості активатора гелеутворення було обрано дігідрофосфат амонію (моноамоній фосфат) - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Тобто за основу піноутворюючої системи було обрано $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + \text{ПУ}$. Крім того, з урахуванням результатів работ Петухова Р.А., для підвищення стійкості твердої піни у розчин додавалось натрієва сіль карбометилцелюлози (КМЦ).

Нижче наведено характеристики обраних речовин.

Рідке скло відноситься до 3 класу небезпеки (помірно небезпечна речовина). Рідке скло, що використовується в роботі, мало такі характеристики: густина $1,31 \text{ г/см}^3$; силікатний модуль 2,5; вміст полісилікатів натрію 36 – 38%). Розчини рідкого натрієвого скла має лужне середовище, $\text{pH} = 12,4$. Розчини рідкого скла не викликають помітних корозійних пошкоджень зразків Сталі Ст 3 и сплаву алюмінію АЛ-9 протягом 120 діб. У разі більшого часу впливу обох розчинів спостерігаються помітні корозійні пошкодження алюмінію. У зв'язку з цим все обладнання, виготовлене з нестійких до корозії матеріалів яке піддалося впливу таких розчинів, повинні бути піддані обробці. Для цього його спочатку необхідно промити водою, а потім нейтралізувати 0,5% розчином HCl . Остаточо проводиться ще одна промивка водою.

Карбоксиметилцелюлоза – натрієва сіль (КМЦ) використовувалася зі ступенем полімеризації ~ 1000 і ступенем заміщення по карбоксиметильним групам 90 – 95, 0,5% розчин КМЦ має нейтральне середовище. КМЦ відноситься

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

до 4 класу небезпеки (молонебезпечна речовина).

Дігідрофосфат амонію характеризується фізіологічною нейтральністю (рН 5,5-6,5). Добре розчиняється у воді. В разі нагрівання вище 140 °С, розкладається, виділяючи при цьому аміак. Реагуючи з лугами, вивільняє аміак. В різних джерелах вказується різний клас небезпеки (3 – 4) .

Піноутворювач «Морпен» сертифіковано в Україні. Він є біорозкладною речовиною, яка має низький рівень токсичності (4 клас небезпеки), що дозволяє необмежено використовувати для гасіння пожеж і ліквідації розливів ТР.

Методика експерименту з визначення часу гелеутворення запозичена з наведених вище робіт Петухова Р.А. і наведена нижче.

Для визначення часу гелеутворення спочатку було проведено експерименти щодо визначення часу гелеутворення при змішуванні компонентів ГУС без додавання ПУ і КМЦ. На час гелеутворення впливає температура, яка у дослідах становила $(18 \pm 1)^\circ\text{C}$. Розчини каталізаторів гелеутворення готувалися ваговим методом шляхом розчинення твердих висушених речовин у воді. Крім того, їх концентрації контролювалися за щільністю розчинів, яку визначали за допомогою ареометра (рис. 2.1).

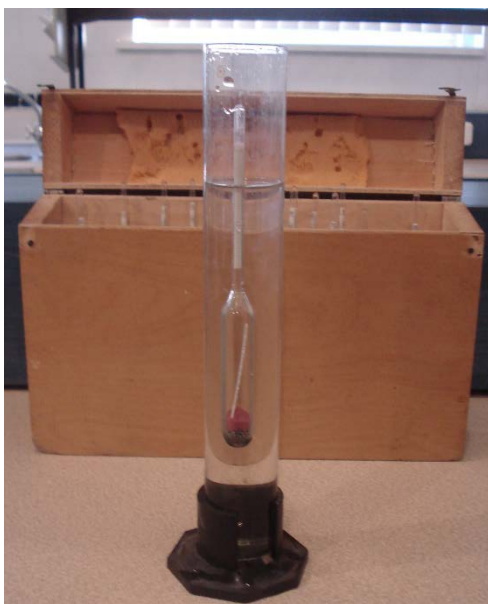


Рисунок 2.1. Визначення густини розчинів за допомогою ареометру.

Розчини рідкого скла готувалися розведенням водою вихідного концентрату із концентрацією 35%. Масовий вміст $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5 \text{SiO}_2$ у системі після змішування розраховувався за формулою:

$$\omega_1 = \frac{V_1 \cdot \rho_1 \cdot \omega_1^0}{V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2}, \quad (2.2)$$

де ω_1 - масовий вміст $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5 \text{SiO}_2$ в концентраті; V_1, V_2 – об'єм концентрату та води; ρ_1, ρ_2 - щільність концентрату та води.

Концентрації $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5 \text{SiO}_2$ також контролювалися за щільністю розчинів. Для визначення часу гелеутворення зливалися по 5 мл розчину гелеутворювача та каталізатора гелеутворення у пластмасовому прозорому стаканчику. Після цього здійснювалося перемішування розчинів та візуальне спостереження за втратою плинності шляхом нахилу стаканчиків (Рис.2.2). Кожен експеримент проводився тричі, після чого розраховувалися середні значення.



Рисунок 2.2. Визначення часу гелеутворення шляхом нахилу стаканчиків

Результати експерименту представлені у таблиці 2.1.

В таблиці виділені жирним шрифтом результати, які потрапляють в інтервал 50 – 70 с.

Після цього, для системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + 6\%\text{ПУ} + 0,5\%\text{КМЦ}$ для обраних в попередньому досліді концентрацій гелеутворювача і активатора гелеутворення було проведені досліди з визначення часу втрати текучості піни. Для цього зливались по 50 мл розчинів гелеутворювача та каталізатора гелеутворення. У кожен розчин був доданий концентрат піноутворювача «Морпен» у такій кількості, щоб його масовий вміст у системі становило 6%. Крім того в розчин додавалось 0,5% КМЦ. Зливання проводили у пластиковій прозорій ємності об'ємом 1 л з широкою горловиною. Далі розчини перемішували протягом 5 с, після чого спінювалися шляхом інтенсивного струшування протягом 10 с. Піна, що утворилася, виливалася на рівну пластмасову пластину, яка знаходиться в горизонтальному положенні. Після цього робилося візуальне спостереження за втратою плинності піни шляхом нахилу пластикової пластини на кут $\sim 45^\circ$ (Рис.2.3).

Таблиця 2.1.

Значення часу гелеутворення (t) для ГУС $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ для різних концентрацій гелеутворювача і каталізатора гелеутворення

С, мас % (NH_4) H_2PO_4	С, мас % $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$.			
	10	11	12	13
	t, с			
10	>100	93	82	61
11	>100	82	63	45
12	94	63	50	33
13	74	54	37	28



Рис. 2.3. Дослід з визначення часу втрати текучості (часу твердіння) піни

При втраті текучості не спостерігалось істотної деформації піни та її стікання. Час втрати плинності відраховувався від моменту зливання компонентів ГУС. Результати експерименту наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Значення часів втрати текучості піни (t) для ГУС $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$. для різних концентрацій гелеутворювача і каталізатора гелеутворення.

C, мас % $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	мас % $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$.			
	10	11	12	13
t, c				
10	>100	>100	98	75
11	>100	93	74	56
12	>100	86	63	46
13	84	53	45	37

З таблиці видно, що до середини часового інтервалу 50 – 70 с знаходиться система $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%) + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$. З цією системою будуть проводитися всі інші експерименти.

2.5. Висновки до розділу

1. Основними вимогами до ізолюючих засобів, які призначені для локалізації розливів токсичних рідин є: позитивна плавучість в токсичних рідинах, високі ізолюючі властивості та стійкість, хімічна інертність, можливість отримання суцільного ізолюючого шару на поверхні рідини, прийнятні екологічні та економічні параметри.

2. В найбільшій ступені вимогам до засобів локалізації розливів токсичних рідин піни швидкого твердіння.

3. Для втрати текучості піни доцільно використовувати явище гелеутворення.

4. Склад піноутворювальної системи потрібно підібрати так, щоб розчинів треба підібрати так, час втрати текучості складав 60 ± 10 секунд. Цим вимогам відповідає система $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%) + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ

3.1. Визначення кратності твердих пін

Однією з важливіших характеристик пін є їх кратність. Кратність пін впливає на її текучість (вязкість), стійкість і ізолюючі властивості. ПЛП:

$$K = V_{\text{п}} / V. \quad (3.1)$$

Кратність піни залежить від властивостей піноутворювача, його концентрації та способу одержання піни. Для пін, що розроблено для цілей пожежогасіння характерно поступове руйнування. Для ПШТ об'єм піни з часом зменшується в невеликому ступені. У зв'язку з особливостями одержання ПШТ треба розробити експериментальну методику її визначення.

Нижче наведена експериментальна методика визначення кратності ПШТ. Для утворення ПШТ в пластиковому контейнері об'ємом 1000 мл перемішували 0,6 мл піноутворювача «Мрпен», 20 мл розчину гелеутворювача і 20 мл каталізатора гелеутворення. Після цього протягом 10 с енергійно струшували суміш і піну виливали в мірний циліндр. Далі візуально визначали об'єм піни. Спостереження за поведінкою твердої піни продовжували 1 годину. Такі спостереження дозволили констатувати відсутність зміни об'єму піни протягом 1 години. Кожен дослід проводили 3 рази.

В цьому досліді було визначено кратність піни (K) отриманою з використанням ГУС $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2 + 6\% \text{ПО} \ll \text{Морпен} \gg + 0,5\% \text{КМЦ}$. Вона розраховувалась за співвідношенням (2.3) і склала 6,2.

3.2. Експериментальне дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні піску, який просочлено бензином.

Важливою характеристикою твердої піни є час її існування. Процес локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливом токсичних летких

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

рідин, може становити багато годин, а в деяких випадках і кілька діб. При цьому можуть виникнути дві різні ситуації. Перша на поверхні, що підстилає, рідина утворює шар деякої товщини. Друга, якщо підстилаюча поверхня швидко вбирає ТР. У цьому утворюється тверда поверхня, змочена ТЖ. Розглянемо тільки останній випадок [42-44].

В подальшому в якості імітації ТР буде використовуватися бензин А 92. Для цього піна подавалася на змочений бензином пісок та візуально фіксувалися зміни зовнішнього вигляду піни. Відповідні результати подано на рисунку 3.1.

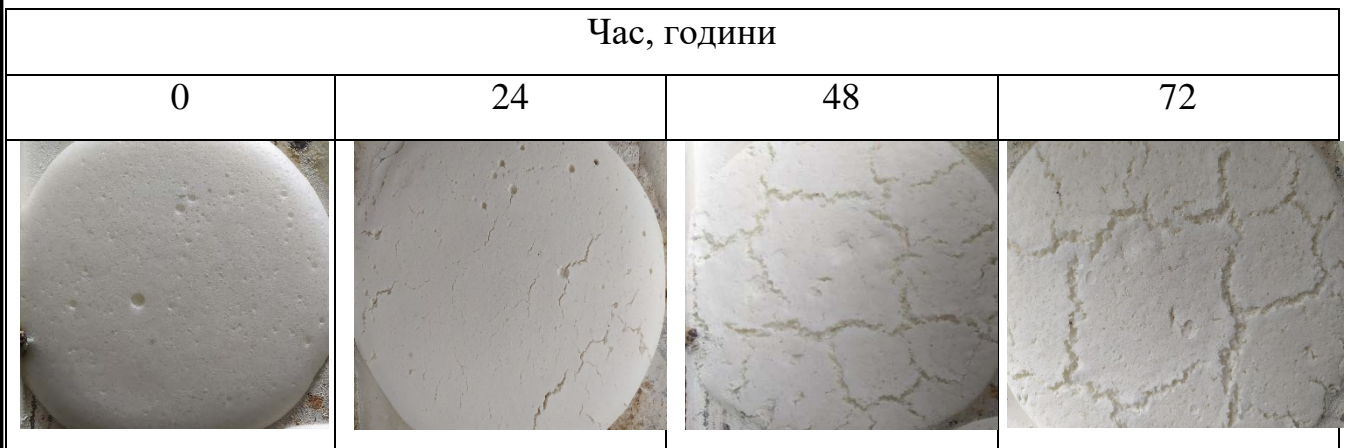


Рисунок. 3.1. Зміна зовнішнього вигляду ПШТ $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$ товщинною 2 см з часом.

Ці спостереження показують, що перші зовнішні зміни твердою піни з'являються через 24 години після її нанесення на пісок змочений бензином. На невеликих ділянках твердої піни з'являються неглибокий тріщини. Через 48 годин кількість і глибина тріщин збільшується. Через 72 години ширіна тріщин досягає 0,5 мм. При цьому глибина тріщин не перевищує 2-3 мм. Після 72 годин досліджень не яких візуальних змін ПШТ не спостерігається.

Одночасно зі спостереженням за зовнішнім виглядом піни було проведено оцінку її ізолюючих властивостей. Для цього через кожну годину в денний час до поверхні піни підносився сирник, що горить. Перші три годин під час піднесення полум'я не спостерігалось спалаху. Через 24 -30 годин теж спостерігався спалах.

Також спалах спостерігався через 48-54 години після початку експерименту. По проходженні 72 годин спалахі під час піднесення сирника, що горить спалахі припинилися. Також після 72 годин експерименту тверду піну видалили з поверхні піску який змочено бензином. При цьому спостерігалось займання бензину яке продовжувалось 20 секунд. Це вказує, що через 72 години під шаром твердої піни залишався бензин [43].

Цій дослід дозволяє зробити висновок, що протягом 3 годин тверда піна забезпечує над своїй поверхнею концентрацію пари бензину нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я.

Візуальні спостереження за поведінкою твердих пін, нанесених на тверду поверхню, дозволив встановити суттєву відмінність у характері руйнування твердих і повітряно механічних пін. Руйнування повітряно-механічних пін відбувається в основному через витончення плівок піни за рахунок стікання води під дією сил тяжіння. У ПШТ руйнація відбувається через випаровування води із гелевих шарів. Це призводить до розтріскування та обсіпання верхніх шарів піни. Такий процес відбувається набагато повільніше, ніж процес стікання рідини з плівок повітряно-механічної піни. У разі введення до складу ПШТ водорозчинного плівкоутворювача КМЦ при сушінні піни, що затверділа, не спостерігається обсіпання висохлого шару. При цьому висота шару піни практично не змінюється, але відбувається невелике розтріскування масиву піни, що затверділа.

Таким чином, можна зробити висновок, що досліджені тверді піни системи $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$ мають багаторазову перевагу по стійкість у порівнянні зі звичайною повітряно-механічною піною у разі нанесення їх на тверду поверхню просочену бензином. Одночасно необхідно відзначити, що тверда піна, отримана за допомогою піноутворюючих систем, що твердіють, з наявністю у складі КМЦ значно перевищує по стійкості піну з відсутністю цього компонента [44-48].

В зв'язку з тим, що велика кількість ТР є полярними речовинами треба дослідити посвіднику ПШТ на таких рідинах. В якості такої рідини було обрано

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ізопропанол. Експеримент проводився за такої самої методики як і з неполярною рідиною бензином. Відповідні візуальні спостереження дозволили встановити, що поведінка ПШТ системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ на поверхні піску, який просочено ізопропанолом не відрізняються від поведінки у випадку бензину. Через 72 години ширина тріщин досягає 0,5 мм. Прі цьому глибина тріщин не перевищує 2-3 мм. Після 72 годин досліджень не яких візуальних змін ПШТ не спостерігається [49].

Суттєво відрізняються результати по визначенню часу який потребується для спалаху пари ізопропанолу. Спалах пари ізопропанолу над поверхнею ПШТ $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ не відбувався протягом всього часу досліджень – від 0 до 72 годин. Це позначає, що протягом 72 годин тверда піна висотою 2 см забезпечує над своїй поверхнею концентрацію пари ізопропанолу нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я.

3.3. Експериментальне дослідження часу існування та ізолюючих властивостей твердої піни на поверхні бензину та ізопропанолу.

У підрозділі 2.4 розглянуто випадок поведінки піни, що затверділа, на твердій поверхні, яка просочена бензином та ізопропанолом. При цьому було встановлено, що поведінка піни, що затверділа, в часі істотно відрізняється від поведінки ВМП. Товщина шару ПШТ, що містить КМЦ, практично не змінюється протягом декількох діб. Однак при висиханні такої піни утворюються тріщини. Це, у свою чергу, може призвести до зміни ізолюючих властивостей шару піни.

У роботі [51-56] було вивчено поведінку ПШТ $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(9\%)+\text{NaHCO}_3(9\%) +6\%$ ПО+0,5% КМЦ на поверхні бензолу. У цій роботі за такою ж методикою проведено дослідження плавучості та ізолюючих властивостей твердої піни на основі системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ на поверхні двох рідин: бензині (неполярні речовини), ізопропанолу (полярна речовина). Дослідження

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

плавучості ПШТ проводилися у скляних ємностях. Висоти шарів визначалися візуально з використанням вимірювальної лінійки (Рисунок 2.5). Піна одержувалась шляхом струшування. Товщина шару піни становила 5 см. Відповідні результати представлені у таблиці 3.1.



Рисунок 3.2 – Визначення плавучості твердої піни.

Таблиця 3.1.

Плавучість ПШТ піни висотою 5 см (%) відразу після нанесення на поверхню рідин (Пл₀), через 0,5; 1; 1,5 та 2 години після нанесення (Пл_{0,5}, Пл₁, Пл_{1,5}, Пл₂) та час виходу рідини на поверхню ПШТ (NH₄)H₂PO₄(12%)+ Na₂O·2,5SiO₂(12%) + 6% ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ (t)

Рідина	Пл ₀	Пл _{0,5}	Пл ₁	Пл _{1,5}	Пл ₂	t, годин
Бензин	77	48	28	21	16	2,3
Ізопропанол	69	38	21	17	10	2,1

Після затоплення ПШТ у бензині ізопропанолі її фрагмент було обережно вилучено з рідини та поміщено на поверхню пластмаси (Рис. 2.6).



Рисунок 3.3. – Фрагмент затопленої ПШТ, який вилучено з ізопропанолу та поміщено на поверхню пластмаси

Розгляд цього фрагмента дозволило встановити, що він зберіг свою цілісність, але значно втратив свою твердість. Його можна охарактеризувати як "м'яке тіло". Ваговим методом було встановлено, що близько 70% його маси становить ізопропанол, який просочив тверду піну. Ізопропанол практично не утримувався в пустотах піни, а поступово витікав із неї. Ці факти дозволяють припустити, що ПШТ, з часом втрачає воду за рахунок її стикання з плівок її комірок. При цьому у плівки залишається твердий каркас гелю. Цей каркас забезпечує цілісність піни та її деяку жорсткість, але не забезпечує суцільність пінних плівок. Це призводить до поступового просочування рідин через гелевий каркас. Це, у свою чергу, призводить до обтяження піни та постільного її занурення в рідину.

Близьку до такої поведінку показав і фрагмент ПШТ вилучений після затоплення в бензині.

Також було досліджено ізолюючі властивості ПШТ на поверхні бензину та ізопропанолу. В якості модельного осередку було вибрано металеву ємність циліндричної форми з внутрішнім діаметром 11,2 см. У неї заливалося 300 мл води та 100 мл бензину. Це відповідає висотам шару води 3 см і шару бензину 1 см. Далі на поверхні бензину формувалася шар ПШТ висотою 3 см. При цьому висота вільного борту становила 4 см (рис. 3.4 а). Далі через кожні 5 хвилин до

поверхні піни підносили факел, що горить, і фіксували наявність або відсутність спалаху або займання. Через 50 хвилин вперше було зафіксовано спалах поблизу борту металевої ємності. Через 60 хвилин вперше було зафіксовано спалах над більшою частиною поверхні піни. А через 75 хвилин при піднесенні факела, що горить, виникало займання вздовж борту металевої ємності (Рис. 3.4 б).

Протягом 75-85 хвилин полум'я поширювалося вздовж борту (Рис. 3.4 в) і через 90 хвилин охопило більшу частину поверхні ПШТ (Рис. 3.4 г). Візуальні спостереження за перебігом експерименту показали, що через 90 хвилин після подачі на поверхню бензину твердої піни виникає невеликий проміжок між піною і стінками металевої ємності. Горіння продовжується до повного вигорання горючої рідини. При цьому тверда піна зберігає свою цілісність і поверхні піни не з'являється рідина, а верхній шар піни висотою близько 0,5 см див висихає і частково розтріскується.

За результатами дослідження ізолюючих властивостей ПШТ $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$, яку нанесено на поверхню бензину можна зробити такий висновок, що шар ПШТ висотою 3 см забезпечує концентрацію пари бензину нижче її нижньої концентраційної межі поширення полум'я протягом 60 хвилин.

Також було досліджено ізолюючі властивості ПШТ на поверхні та ізопропанолу. В якості модельного осередку було вибрано металеву ємність циліндричної форми з внутрішнім діаметром 11,2 см. У неї заливалося 400 мл ізопропанолу. Це відповідало висотам шару ізопропанолу 4 см. Далі на поверхні бензину формувався шар ПШТ 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 або відсутність спалаху або займання. Через 70 хвилин вперше було зафіксовано спалах поблизу борту металевої ємності. Спалахі продовжувались 120 хвилин. Потім тверда піна занурилась в ізопропанол в виникало слабке горіння, які продовжувалось 35 хвилин [58-65].

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



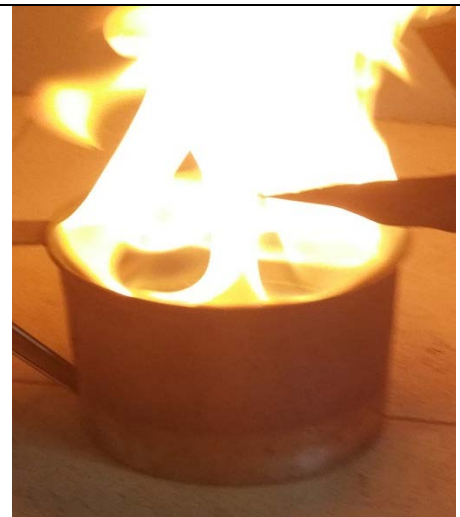
а) 0 хвилин



б) 75 хвилин



в) 75-85 хвилин



г) 90 хвилин

Рисунок 3.4. Візуальна ілюстрація досліду з визначення ізолюючих властивостей ПШТ, яка нанесена на бензин.

За результатами дослідження ізолюючих властивостей ПШТ $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$, яку нанесено на поверхню ізопропанолу можна зробити такий висновок, що шар ПШТ висотою 3 см забезпечує концентрацію пари ізопропанолу нижче її нижньої концентраційної межі поширення полум'я протягом 70 хвилин.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

3.4. Висновки до розділу

1. Кратність піни, яку отримано за допомогою піноуворювальної системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ методом стряхування складає 6.

2. Піни піноутворюючої системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ мають багаторазову перевагу по стійкості у порівнянні зі звичайною повітряно-механічною піною у разі нанесення їх на тверду поверхню.

3. Протягом 3 годин тверда піна системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%)+ 6\%$ ПО«Морпен»+0,5% КМЦ висотою 2 см в разі нанесення її на поверхню піску який просочлено бензином, забезпечує над своїй поверхнею концентрацію пари бензину нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я

4. Протягом 72 годин тверда піна системи $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ висотою 2 см в разі нанесення її на поверхню піску, який просочлено ізопропанолом забезпечує над своїй поверхнею концентрацію пари ізопропанолу нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я.

5. ПШТ $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ, яку нанесено на поверхню бензину та ізопропанолу висотою 3 см повністю занурюються в ці рідини протягом 2 годин.

6. ПШТ $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ, яку нанесено на поверхню бензину висотою 3 см забезпечує концентрацію пари бензину нижче її нижньої концентраційної межі поширення полум'я протягом 60 хвилин.

7. ПШТ $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ, яку нанесено на поверхню ізопропанолу висотою 3 см забезпечує концентрацію пари ізопропанолу нижче її нижньої концентраційної межі поширення полум'я протягом 70 хвилин.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДІННЯ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З РОЗЛИВОМ ТОКСИЧНИХ РІДИН

Обов'язковою складовою впровадження результатів наукових досліджень у практику є складання рекомендацій із застосування нових технічних засобів. Крім того для успішного впровадження нових розробок є потреба знання експлуатаційних властивостей речовин, матеріалів і технічних засобів.

При ліквідації хімічних аварій з розливом токсичних рідин, на початковому етапі аварій основним завданням підрозділів ДСНС є запобігання формуванню хмари зараженого повітря та недопущення його поширення в атмосферу. Найбільш універсальним і ефективним методом локалізації НС з розливом ТР є використання ПШТ. Вони мають на порядок більшу стійкість по зрівнянню ПМП.

4.1. Екологічні характеристики компонентів, які використовуються в ізолюючих засобах на основі ПШТ для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин

Під час аналізу екологічних параметрів треба прийняти до уваги екологічні параметри речовин і матеріалів, які входять до складу відповідних засобів локалізації надзвичайних ситуацій з розливом токсичних рідин та їх масові витрати. Для ПШТ основним компонентом який знижує екологічні параметри є поверхнево-активні речовини. Але масові витрати ПМП на ізоляцію поверхонь ТР набагато більші ніж ПШТ. Це обумовлено тим, що ПМП є менш стійкими та потребують багатократного подавання на поверхню ТР [50].

Відмітимо, основні токсико-екологічні параметри компонентів ПШТ.

Рідке скло відноситься до 3 класу небезпеки (помірно небезпечна речовина). Рідке скло, що використовується в роботі, має такі характеристики: густина 1,31 г/см³; силікатний модуль 2,5; вміст полісилікатів натрію 36 – 38%). Розчини рідкого натрієвого скла має лужне середовище, рН = 12. 4%. Розчини

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

рідкого скла не викликають помітних корозійних пошкоджень зразків Сталі Ст 3 и сплаву алюмінію АЛ-9 протягом 120 діб. У разі більшого часу впливу обох розчинів спостерігаються помітні корозійні пошкодження алюмінію. У зв'язку з цим все обладнання, виготовлене з нестійких до корозії матеріалів яке піддалося впливу таких розчинів, повинні бути підданий обробці. Для цього його спочатку необхідно промити водою, а потім нейтралізувати 0,5% розчином НС1. Остаточо проводиться ще одна промивка водою. Під час використання розчинів рідкого скла треба використовувати засоби захисту шкіри і очей. В разі потрапляння розчинів рідкого скла в очі необхідно промити їх проточною водою. Рідке скло яке виробляється промисловістю має гарантійний термін зберігання 12 місяців. Але ці розчини потребують недопущення контакту з атмосферним повітрям

Карбоксиметилцелюлоза – натрієва сіль (КМЦ) використовувалася зі ступенем полімеризації ~1000 і ступенем заміщення по карбоксиметильним групам 90 – 95. 0,5% розчин КМЦ має нейтральне середовище. КМЦ відноситься до 4 класу небезпеки (молонебезпечна речовина).

Піноутворювач «Морпен» сертифіковано в Україні. Він є біорозкладною речовиною, яка має низький рівень токсичності (4 клас небезпеки), що дозволяє необмежено використовувати для гасіння пожеж і ліквідації розливів ТР.

Дігідрофосфат амонію (мо́ноамоні́йфосфа́т) — неорганічна сполука, кисла сіль амонію і ортофосфорной кислоти с формулой порошок з прозорих безбарвних кристалів, добре розчинний у воді. Не утворює кристалогідратів. Четвертий клас небезпеки (малонебезпечна речовина). Харчова добавка Е342 - антиоксидант та регулятор кислотності. Застосовується також як комплексного добрива, в оптиці, електроніці.

4.2. Експлуатаційні характеристики компонентів, які використовуються в ізолюючих засобах на основі ПШТ для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин

Для приготування робочого розчину гелеутворювача використовується рідке

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

скло (полісилікат натрію).. Згідно з даними роботи такі розчини не викликають суттєвої корозії сталей і сплавів алюмінію. Але потрапляння рідкого скла на різні матеріали викликає потребу промивання поверхонь таких матеріалів водою. Під час використання розчинів рідкого скла треба використовувати засоби захисту шкіри і очей. В разі потрапляння розчинів рідкого скла в очі необхідно промити їх проточною водою. Рідке скло яке виробляється промисловістю має гарантійний термін зберігання 12 місяців. Але ці розчини потребують недопущення контакту з атмосферним повітрям [51].

Розчин $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, які використовуються в якості каталізатора гелеутворення мають необмежений час зберігання в разі відсутності контакту з атмосферним повітрям.

4.3 Приготування робочих розчинів піноутворюючої системи $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\% \text{ ПО «Морпен»} + 0,5\% \text{ КМЦ}$

Для одержання 1 т розчину гелеутворювача з концентрацією полісилікату 12 мас.% треба 343 кг рідкого скла (вміст полісилікату натрію 35%) розчинити в 592 л води. Далі додати в цій розчин 60 л концентрату піноутворювача і 5 кг КМЦ. Надалі треба забезпечити перемішування протягом 2 годин

Для приготування 1 тони розчину $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ з концентрацією 12 мас% потрібно в 815 л води розчинити 120 кг сухої солі. Надалі додати туди 60 л концентрату піноутворювача і 5 кг КМЦ. Надалі треба забезпечити перемішування протягом 2 годин.

4.4. Параметри подавання компонентів піноутворюючої системи для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин

Поведінка ПШТ на твердій поверхні просоченою ТР суттєво відрізняється від її поведінки на товстому шарі рідини. На твердій поверхні просоченою ТР ПШТ зберігає ізолюючі властивості протягом не менше 3-х діб. На товстому шарі рідини

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПШТ зберігає свою цілісність, але поступово просочується ТР і занурюється в неї.

В більшості реальних ситуацій з розливом ТР висота шару токсичної рідини мала, або вся ТР вбирається в підстилаючу поверхню. Це приводить до того, що піна не затоплюється, або затоплюється частково. Тому в подальшому розглянемо тільки ситуацію коли ПШТ наноситься на просочений ТР ґрунт. Згідно з результатами робіт Петухова Р.А. для подальших розрахунків приймемо, що для неполярних ТР для зниження в 3 рази швидкості випарування ТР достатньо на шар твердої поверхні просоченою рідиною треба нанести шар ПШТ з кратністю 6 і висотою 5 см. Це відповідає питомій масовій витраті ПШТ рівною 10 кг/м^2 .

Згідно з даними представленими в роботах Петухова Р.А. цього буде достатньо, щоб забезпечити задані ізолюючі властивості протягом 3 діб. У разі потреби збільшення ізолюючих властивостей ПШТ треба збільшити товщину її шару. Для практичного використання відповідні дані наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Потрібні висоти ШТП (h) та її питомі масові витрати (Φ) для забезпечення заданого коефіцієнта уповільнення випарування бензену (K) в разі нанесення на змочену бенzenом тверду поверхню

K	h , см	Φ , кг/м^2
3	5	10
4	6,7	13,4
5	8,4	16,8
6	10	20
7	11,7	23,4
8	13,4	26,8
9	15	30
10	16,7	33,4

Для визначення потрібних кількостей компонентів піноутворюючої системи спочатку визначають параметри розливу ТР – площу розливу рідини. В залежності від міста, де відбувся виток ТР, обирають значення коефіцієнту ізоляції або коефіцієнт уповільнення випарування. На цій основі визначають товщину шару

ПШТ за допомогою табл. 4.1. Для подавання компонентів ПШТ потрібно використовувати сітчастий піногенератор з додатковою камерою змішування компонентів ПШТ. Така система подавання потребує окремих досліджень.

4. 5. Розрахунок параметрів зони можливого ураження

Однією з важливих завдань дослідження є визначення впливу ізоляції розливу ТР за допомогою ПШТ на розміри зони можливого ураження. По перше треба визначити розміри зони можливого ураження при відсутності ізоляції розливу ТР. Для цього доцільно використати програму АЛОНА. Ця програма дозволяє моделювати небезпеки з використанням програмного забезпечення САМЕО.

Щоб застосувати ці властивості на практиці, потрібно здійснити розрахунок параметрів зони можливого ураження. Для цього можна скористатися "Методикою прогнозування масштабів зараження сильнодіючими отруйними речовинами при аваріях (руйнуваннях) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті". Однак виявилось, що ця методика не є придатною через нестачу даних, зокрема:

$k_1 = 0$, коефіцієнт, який залежить від умов зберігання НХР;

$k_3 = 0,01$, коефіцієнт, який визначає відношення порогової токсодози хлору до допорогової токсодози іншого НХР;

$k_5 = 0,08$, коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери;

$k_7 = 0,8$, коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря, швидкості випарювання та розповсюдження НХР. Для розрахунку зони зараження без врахування цих коефіцієнтів було прийнято рішення скористатися сучасною програмою АЛОНА.

АЛОНА - це програма моделювання небезпеки для програмного забезпечення САМЕО, яка широко використовується для планування і реагування на надзвичайні ситуації з хімічними речовинами. АЛОНА дозволяє вводити дані

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

про реальний або потенційний викид хімічних речовин, а потім проводити оцінки зон загроз для різних типів небезпек. Ця програма може моделювати хмари отруйного газу, хмари горючого газу, BLEVE (вибух парової оболонки), реактивні пожежі, пожежі в басейнах і вибухи парових хмар. Ключові особливості програми ALOHA включають:

- може моделювати різні сценарії небезпеки, такі як хмари отруйного газу, хмари горючого газу, BLEVE (вибух парової оболонки), реактивні пожежі, пожежі в басейнах і вибухи парових хмар;

- дозволяє вводити дані про реальні або потенційні викиди хімічних речовин, включаючи їх характеристики та параметри;

- проводить оцінку зон загроз для різних типів небезпеки, допомагаючи визначити області потенційного впливу та відстані до небезпечної зони;

- допомагає виробляти плани та стратегії реагування на надзвичайні ситуації з хімічними речовинами, допомагаючи зменшити ризики та максимізувати ефективність заходів безпеки;

- має зручний інтерфейс користувача, який дозволяє легко використовувати програму навіть для тих, хто не має спеціальних навичок в області хімічної безпеки;

- дозволяє враховувати різні фактори, такі як погодні умови, топографія місцевості та інші фактори, що можуть впливати на поширення небезпеки;

- надає зручні засоби візуалізації результатів моделювання, що допомагає зрозуміти розподіл небезпеки та приймати обґрунтовані рішення;

- може бути інтегрована з іншими програмами та системами безпеки, що дозволяє забезпечити комплексний підхід до управління безпекою;

- програма надає доступ до допомоги та підтримки для користувачів, включаючи навчальні матеріали та консультації з експертами з питань хімічної безпеки;

- постійно оновлюється та вдосконалюється з урахуванням нових досліджень та технологічних досягнень у галузі безпеки;

- містить широкий асортимент хімічних речовин, які включають різноманітні типи та класи небезпечних речовин, такі як отруйні гази, горючі речовини, кислоти, луги тощо;
- кожна речовина у бібліотеці має детальний опис своїх хімічних та фізичних властивостей, таких як молекулярна маса, температура кипіння, тиск пари, константи реакцій тощо;
- містить інформацію про токсичність кожної речовини, включаючи допустимі рівні впливу на здоров'я людини та інші організми;
- кожна речовина у бібліотеці має оцінку свого потенційного впливу на довкілля та людей, включаючи інформацію про можливі наслідки небезпечного впливу та рекомендації щодо заходів безпеки;
- постійно оновлюється з урахуванням нових досліджень та відгуків, що дозволяє користувачам мати доступ до актуальної інформації про хімічні речовини [55-58].

ALOHA може визначити об'єм речовини, що потрапляє в атмосферу внаслідок руйнування резервуара. Програма аналізує цистерни, що містять різні типи газів під тиском, рідини, які стискаються навколишнім повітрям, гази, які зріджуються за допомогою охолодження, і гази, які знаходяться в зрідженому стані під тиском. ALOHA застосовується лише до резервуарів, які містять лише одну хімічну речовину. Під час вивільнення матеріалу з резервуара, ALOHA переглядає умови усередині резервуара і, за необхідності, може внести зміни до розрахунку швидкості викиду. У цистернах, де містяться рідини, точка виходу може бути вище рівня рідини, нижче рівня рідини або на рівні рідини.

Задача з розрахунку параметрів зони можливого ураження передбачена при аварії в наслідок якої перекинулася цистерна в якій знаходилося 100 м^3 бензену.

Для розрахунків приймаємо що, речовина витікає вільно через пробоїну діаметром 0,5 м., площа розливу 160 м^2 . Погода: температура повітря 15°C , швидкість вітру 1 м/с. Час доби - день, стан атмосфери інверсія.

Після введення даних програма видала наступний графік (рис 4.1).

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

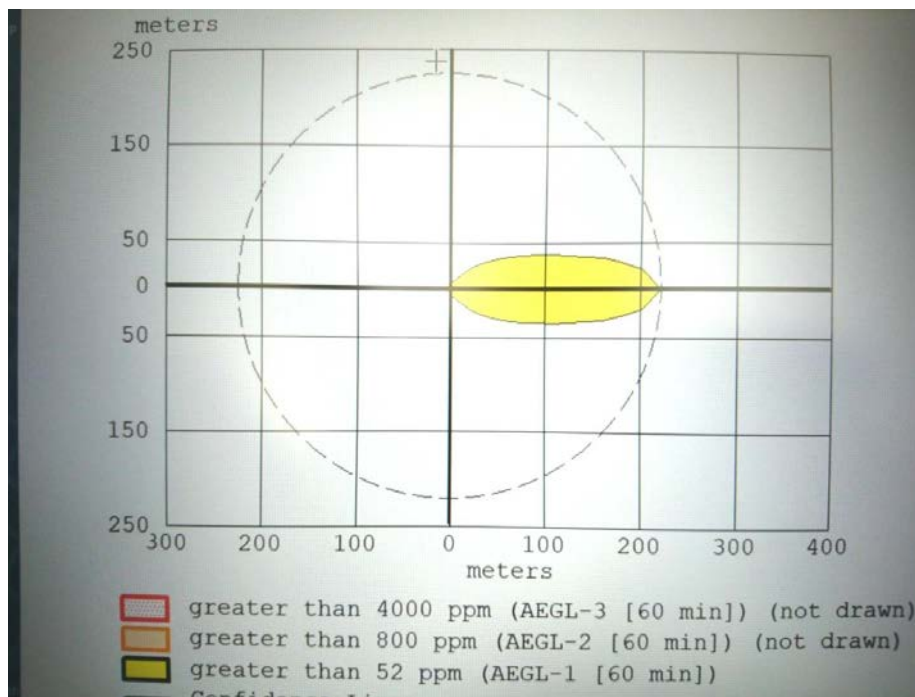


Рис.4.1. Зона зараження токсичними парами бензену без урахування коефіцієнту уповільнення випаровування (К)

Далі перевіряємо ізолюючі властивості швидкотвердіючої піни. Так як коефіцієнт уповільнення випаровування для швидкотвердіючої піни перевищує 5 графік виглядав так (рис.4.2):

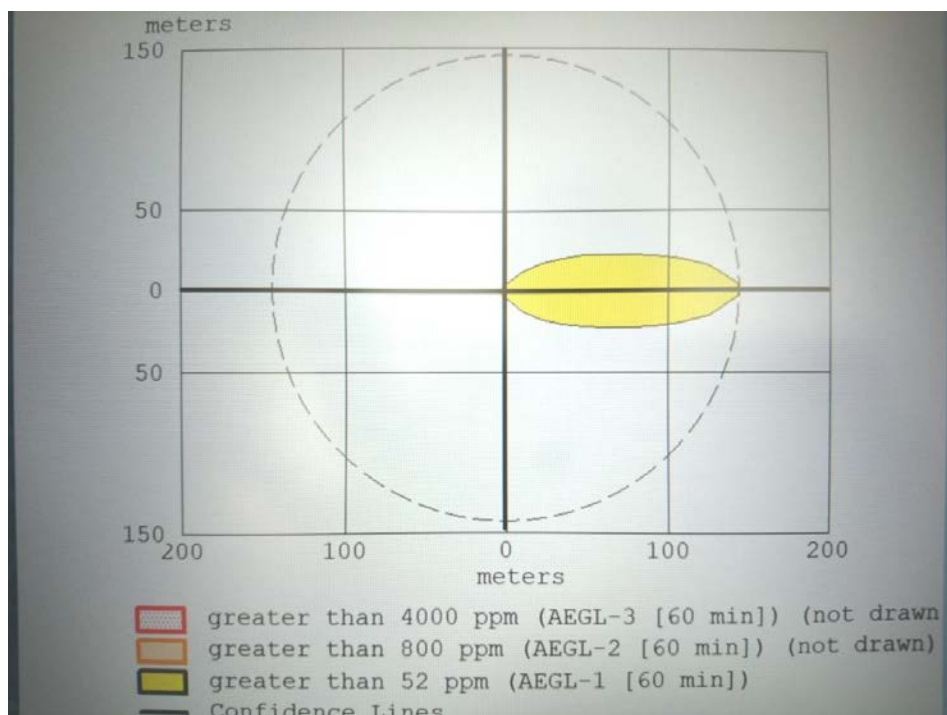


Рис.4.2. Зона зараження токсичними парами бензену з урахування коефіцієнту уповільнення випаровування (К)

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

4.6 Висновки до розділу

1. Визначені зони зараження в випадку аварійного розливу бензену при відсутності ізоляції поверхні рідини та у випадку використання повітряно механічної та швидкотвердіючої піною.

2. Коефіцієнту уповільнення випаровування для повітряно-механічної піни в 5-6 рази менше за коефіцієнт уповільнення випаровування швидкотвердіючої піни.

3. Найбільш універсальним засобом локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин є повітряно-механічні піни, але вони мають суттєвий недолік - низьку стійкість.

4. Загальними вимогами для ефективних засобів ізоляції розливів токсичних рідин є: позитивна плавучість і висока стійкість на поверхні рідини, високі ізолюючі властивості, хімічна інертність, здатність утворювати рівномірний по товщині та суцільний ізолюючий шар. Цим вимогам відповідають піни швидкого твердіння на основі неорганічних речовин.

5. Для забезпечення процесу твердіння піни запропоновано використовувати процес гелеутворення на основі якого було підібрані бінарні піноутворюючі системи з регульованим часом втрати текучості.

6. Розроблено рецептуру для утворення пін швидкого тверднення з підвищеним часом існування. Піноутворююча система $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%)+ 6\%\text{ПО}\langle\text{Морпен}\rangle+0,5\% \text{КМЦ}$ показала стійкість на твердій поверхні декілька тижнів.

7. Тверда піна $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4(12\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%)+ 6\%\text{ПО}\langle\text{Морпен}\rangle+0,5\% \text{КМЦ}$ висотою 2 см в разі нанесення її на поверхню піску який просочено бензином, забезпечує над своїй поверхнею концентрацію пари бензину нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я протягом 3-х годин. В разі піску просоченого ізопропанолом цей результат досягається протягом не менш 72 годин.

8. Піни швидкого твердіння на поверхні рідин поступово притоплюються. Але час повного занурення таких пін складає декілька годин, що в декілька разів більше ніж руйнування повітряно-механічних пін.

9. Розроблено рекомендації з використання ізолюючих засобів на основі швидкотвердіючих неорганічних пін для локалізації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з розливом токсичних рідин.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Основні поняття

Охорона праці – це система заходів та засобів, які спрямовані на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час виконання трудової діяльності. Ця система включає в себе правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні аспекти.

Організація заходів забезпечення безпеки праці в підрозділах МНС України проводиться відповідно до Законів України "Про охорону праці" та "Про пожежну безпеку", відповідних нормативно-правових актів та документів МНС України, а також відповідно до цих Правил.

Законодавство України встановлює загальні гарантії права на безпечні та здорові умови праці, а також передбачає спеціальні гарантії для певних категорій працівників, які працюють у шкідливих умовах праці, неповнолітніх, жінок та осіб з обмеженою працездатністю [59].

Умови трудового договору мають відповідати чинному законодавству про охорону праці, включаючи умови праці на робочому місці, безпеку технологічних процесів, машин та устаткування, а також санітарно-побутові умови.

Засоби охорони праці включають в себе використання технічно досконалого обладнання, інструментів, пристроїв та засобів індивідуального захисту. Санітарно-гігієнічні заходи передбачають дослідження впливу виробничих факторів, встановлення допустимих значень цих факторів, та визначення відповідності умов праці нормативам.

Небезпечність хімічної речовини полягає в її здатності спричинити негативний вплив на здоров'я людини та її нащадків. Робота з хімічними речовинами охоплює широкий спектр діяльності, включаючи виготовлення, застосування, оброблення, зберігання, транспортування, знешкодження та утилізацію цих речовин, а також утворення нових хімічних сполук у процесі їх перероблення та як побічних продуктів [60]. У зв'язку з цим необхідно вживати наступні заходи безпеки:

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлення припливно-витяжної вентиляції у всіх приміщеннях. Вона повинна бути увімкнена за 30 хвилин до початку робіт і вимкнена після їх завершення. Вмикається спочатку витяжна вентиляція, а потім припливна; вимикається навпаки. Робота в лабораторії може здійснюватися лише при належно функціонуючій вентиляції, а також необхідно передбачити автоматичне управління вентиляцією. У випадку виявлення будь-яких несправностей працівник повинен повідомити про це керівника лабораторії та службу охорони праці.

Недопущення наявності під робочою поверхнею витяжних шаф, лабораторних та робочих столів у спеціальних приміщеннях (наприклад, кімнатах для робіт зі ртуттю) ящиків і шаф.

Заборона залишати без нагляду робоче місце, увімкнені нагрівальні прилади та працююче лабораторне обладнання, перелік яких визначений інструкцією з охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

5.2. Вимоги з охорони праці при роботі у лабораторіях вищих навчальних закладів ДСНС України

При організації робіт у лабораторних приміщеннях вищих навчальних закладів ДСНС України встановлені такі вимоги [62]:

- 1). До проведення робіт у лабораторіях мають бути допущені особи, які:
 - мають відповідне здоров'я для роботи у лабораторних умовах;
 - ознайомлені з правилами експлуатації електроустановок, правилами безпеки під час їх експлуатації, правилами пожежної безпеки в Україні та відповідними нормами;
 - успішно пройшли інструктаж з безпечних методів роботи у лабораторіях, що підтверджується записом у журналі;
 - ознайомлені з чинними правилами безпеки в газовому господарстві;
 - ознайомлені з "Основними правилами безпеки праці у хімічних лабораторіях".

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2). Головними небезпечними факторами у лабораторіях є:
небезпека ураження електричним струмом;
небезпека отруєння токсичними речовинами;
небезпека травмування колючими та ріжучими інструментами, а також обладнанням.

3). Під час виконання робіт необхідно дотримуватися заходів безпеки для уникнення негативного впливу небезпечних факторів. На робочому місці мають бути лише необхідні для виконання роботи прилади та обладнання, а також засоби індивідуального захисту.

4). Робоче місце лаборанта повинно відповідати вимогам електробезпеки та санітарно-гігієнічним нормам.

5). Лабораторія повинна бути обладнана первинними засобами пожежогасіння, такими як вуглекислотний чи порошковий вогнегасник, ковдра з негорючого матеріалу.

6). Оператор лабораторії повинен мати засоби індивідуального захисту, такі як бавовняний халат, захисний фартух, гумові рукавиці, і бути забезпечений протигазом.

7). У лабораторії має бути аптечка з медикаментами для надання первинної допомоги та інструкціями з їх використання.

8). Заборонено виконувати роботи, що не пов'язані безпосередньо з виконанням завдань.

9). У разі пошкодження обладнання роботу слід припинити і вжити заходів для їх усунення.

5.3. Загальні вимоги безпеки праці перед проведенням робіт

Перед початком роботи необхідно дотримуватися основних вимог безпеки:

- Провести інструктаж на робочому місці.
- Отримати необхідний спецодяг, засоби індивідуального захисту, інструменти, пристосування та перевірити їх на наявність та цілість.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перевірити справність обладнання, пристроїв, посуду, інструментів та приладів.
- Підготувати робоче місце, прибрати зайві речі та переконатися у достатньому освітленні.
- Впевнитися в справності дерев'яного ґратчастого настилу у разі роботи за верстатом.
- Перевірити наявність хімічних реактивів на місці.
- Заборонено зберігати в кишенях шпильки, скляні предмети та інші колючі предмети.
- Переконатися у наявності та справності засобів індивідуального та колективного захисту.
- Переконатися у наявності проточної води або достатнього запасу води у разі її відсутності.
- Перевірити наявність необхідних медикаментів у аптечці, таких як нейтралізуючі, знезаражуючі та стерильні.
- Перевірити справність вентиляційної системи та освітлення робочого місця. При використанні приточно-витяжної вентиляції у всіх приміщеннях лабораторії, вона повинна бути увімкнена не пізніше, ніж за 5 хвилин до початку роботи [65].

5.4. Загальні вимоги безпеки праці під час проведення робіт

Під час проведення робіт важливо дотримуватися таких основних вимог безпеки:

- Робоче місце повинно бути чистим і організованим, з достатнім освітленням.
- Операції, пов'язані з використанням отруйних вибухових речовин або речовин з запахом, мають виконуватися лише в витяжній шафі з загальною системою вентиляції та застосуванням засобів індивідуального захисту.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

- Роботи з легко-займистими та горючими речовинами мають виконуватися тільки у спеціально призначеній витяжній шафі за умови вимкнених електроприладів і газових пальників.

- При роботі необхідно використовувати відповідний засіб індивідуального захисту. Не рекомендується носити взуття на високому каблуці та ковзній підошві.

- Заборонено виходити з лабораторії в спеціальному одязі.

- Їжу, воду, книги та особисті речі слід зберігати лише в спеціально відведеному місці.

- Усі реактиви повинні бути чітко позначені.

- Судини з летючими речовинами повинні відкриватися тільки під час використання і закриватися після.

- Під час роботи з хлором необхідно уникати його розпилення на шкіру та очі.

- Під час дезінфекції слід дотримуватися правил особистої гігієни, утримуватися від паління, прийому їжі та пиття. Після роботи обличчя і руки слід ретельно вимити.

- При роботі з рідким склом рекомендується використовувати хлопково-паперовий халат та резинові рукавиці [66].

5.5 Заходи безпеки в лабораторії

Заходи безпеки в лабораторії мають на меті забезпечити безпечність під час проведення дослідних робіт. Ось деякі з цих заходів:

- Дотримання стандартів та встановлених методик проведення досліджень.

- Проведення з'єднання приладів та обладнання, регулювання та ремонту приладів за відключених робочих напруг та залишкових зарядах.

- Перевірка відсутності напруги на ділянці роботи перед початком робіт за допомогою показника напруги заводського виготовлення.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Працювання, стоячи на діелектричному килимку для запобігання ураження електричним струмом.
- Використання інструментів з ізольованими ручками, а в разі їх відсутності - діелектричних рукавиць.
- Знання місцезнаходження рубильника аварійного вимкнення напруги і заборона залишати робоче місце до завершення дослідження.

Ці заходи спрямовані на запобігання можливих аварій та забезпечення безпеки персоналу під час проведення робіт в лабораторії [67].

5.6. Заходи безпеки після закінчення роботи

Заходи безпеки після закінчення роботи включають такі кроки:

- Зупинка робіт, яка визначається відповідною усною командою або сигналом керівника робіт.
- Здача не витрачених хімічних речовин на польовий видатковий склад, а засоби, які не придатні для подальшого використання, знищуються на місці робіт.
- Підведення підсумків робіт на даний робочий день керівником робіт, включаючи вказівку на помилки при їх виконанні.
- Ретельне вимивання рук та обличчя теплою або холодною водою з милом всіма працівниками, які брали участь у проведенні робіт, а також можливість прийняття душу, якщо це можливо.

Такі заходи допомагають забезпечити безпеку персоналу та ефективно завершити роботу в лабораторії [68].

5.7. Пожежовибухонебезпека хімічних речовин

Бензин - це легка, високооктанова, летка рідина, яка є одним з основних видів палива, використовуваного у внутрішньому згорянні двигунах, таких як двигуни внутрішнього згорання у автомобілях, мотоциклах, легких літаках і т.д

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

[69]. Основна характеристика бензину полягає у його здатності до спалаху та швидкому згорянню в умовах високої температури та тиску.

Бензин має наступні характеристики:

- Група горючості: Легкозаймиста рідина (ЛЗР).
- Температура спалаху: Від -40°C до -60°C .
- Температура самозаймання: Від 250°C до 280°C .
- Концентраційні межі поширення полум'я: Від 1,2% до 7,6% об'єму.
- Температурні межі поширення полум'я: Нижня межа: -45°C ; Верхня межа: $+15^{\circ}\text{C}$.
- Мінімальна енергія запалювання при 25°C : Приблизно 0,2 мДж.
- Нормальна швидкість поширення полум'я при 25°C : Приблизно 0,45 м/с.
- Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню:
- При розведенні азотом: Приблизно 10-15% об'єму.
- При розведенні діоксидом вуглецю: Приблизно 9-15% об'єму.
- Максимальний тиск вибуху: Приблизно 700-800 кПа.
- Швидкість наростання тиску вибуху: Приблизно 15-20 МПа/с.
- Мінімальна флегматизуюча концентрація флегматизатора:
- Для діоксиду вуглецю: Приблизно 30% об'єму.
- Для азоту: Приблизно 40-50% об'єму.
- Швидкість вигорання: Приблизно $0,1 \text{ кг/м}^2\text{с}$.
- Безпечна експериментальна максимальна щілина: Приблизно 0,8-1,0 мм.
- Група вибухонебезпечної суміші: Т1.
- Категорія вибухонебезпечності суміші: ПА.
- Засоби пожежогасіння: Повітряно-механічна піна, порошки.

5.8. Умови зберігання піноутворювача

Піноутворювачі є ключовими складовими засобами пожежного захисту, і їх правильне зберігання визначає їх ефективність у разі виникнення пожежі. Забезпечення безпечного та ефективного зберігання піноутворювача є критичним

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						63
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

аспектом у сфері пожежного захисту. Визначимо умови, які необхідно дотримуватися:

- Склади піноутворювача повинні бути заглибленими та утепленими, зі збереженням температурного режиму від +50°C до +300°C та вологістю менше 50%.

- Приміщення мають бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією та освітленням, що відповідають стандартам.

- Робота з піноутворювачами повинна проводитися відповідно до правил особистої гігієни та вимог безпеки праці. Робочий персонал повинен мати доступ до засобів індивідуального захисту.

- Персонал, який працює з піноутворювачами, повинен проходити регулярні медичні огляди не рідше одного разу на рік.

- На кожному складі піноутворювача має бути відповідальна особа, відповідальна за облік та стан засобів пожежного захисту.

- Доставка та зберігання порошків повинні здійснюватися за найбільш безпечними методами, що виключають небезпеку для персоналу та навколишнього середовища.

- Всі працівники, які працюють на складах, повинні проходити інструктажі з правил безпеки праці та пожежної безпеки, з реєстрацією у відповідному журналі.

Дотримання цих умов гарантує безпеку та ефективність використання піноутворювачів у випадку пожежі [73-77].

5.9. Висновок до розділу

Отже правила охорони праці включають в себе комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників під час виконання робіт у лабораторії, а також під час зберігання та обробки небезпечних речовин, зокрема бензину та піноутворювача.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш за все, перед виконанням робіт необхідно провести інструктаж з безпеки, ознайомити працівників з правилами ведення робіт у лабораторії та забезпечити їх необхідними засобами індивідуального захисту. Під час роботи важливо дотримуватися правил поведінки в лабораторії, уникати зберігання гострих та небезпечних предметів у кишенях, а також забезпечувати правильне використання засобів індивідуального захисту.

Після закінчення робіт необхідно дотримуватися правил безпеки під час зберігання хімічних речовин, зокрема бензину та піноутворювача. Такі речовини потребують особливої уваги через свою пожежовибухонебезпечність. Для зберігання бензину та піноутворювача необхідно використовувати спеціально обладнані та утеплені приміщення з належною вентиляцією, а також дотримуватися всіх вимог щодо організації та безпеки зберігання цих речовин.

То як підсумок можна сказати що, охорона праці включає в себе широкий спектр заходів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників у лабораторії, а також на правильне та безпечне зберігання небезпечних речовин, зокрема бензину та піноутворювача. Дотримання цих правил допомагає запобігти можливим аваріям, травмам та іншим негативним наслідкам для здоров'я працівників.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						65
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу різних методів ізоляції розливів токсичних рідин було встановлено, що нанесення повітряно-механічних пін на їх поверхню є найбільш універсальним методом зменшення швидкості випаровування таких рідин.

2. Низька стійкість (швидке руйнування) є основним недоліком повітряно-механічних пін, тому для підвищення ізоляційних властивосте слід використовувати швидкотвердіючі піни.

3. При використанні явища гелеутворення швидкотвердіючі піни втрачають текучість.

4. Насамперед в якості піноутворювальної системи було запропоновано використовувати $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4(12\%)+ \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2(12\%) + 6\%$ ПО «Морпен» + 0,5% КМЦ.

5. В ході експерименту встановлено властивості швидкотвердіючої піни, а саме:

- кратність – 6,2;
- плавучість – 77 %;
- відсутність видимих руйнувань 24 години;
- швидкотвердіюча піна висотою 2 см при нанесення її на поверхню піску який просоченого бензином, забезпечує над своєю поверхнею концентрацію пари бензину нижче нижньої концентраційної межі поширення полум'я протягом 3-х годин. В разі піску просоченого ізопропанолом цей результат досягається протягом не менш 72 годин.

6. В ході проведених експериментів запропонована піноутворювальна система має суттєві переваги над звичайними повітряно-механічними пінами.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						66
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Дадашов І.Ф. Експериментальне дослідження впливу товщини шару гранульованого піноскла на горіння органічних рідин // Проблеми пожежної безпеки. 2018. Вип. 43 С. 38-44.

2. 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 тверднення // Проблеми надзвичайних ситуацій, 2019. № 29. С. 37-46.

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

4. Дадашов І.Ф., Кіреєв О.О., Шаршанов А.Я. Уповільнення випаровування рідини шаром гранульованого матеріалу, нанесеного на її поверхню // Проблеми пожежної безпеки. 2017. С. 53-58.

5. 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

6. 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

7. 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

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

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						67
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Кіреєвв О. О. Експериментальне дослідження впливу характеристик гелеутворюючого шару на його ізолюючі властивості відносно парів органічних рідин // Проблеми надзвичайних ситуацій, 2017. № 26. С. 43-48.

10. 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.

11. 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

12. 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.

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

14. 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)

15. 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.

16. Search for Chemicals. Database // European Chemicals Agency. URL: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/>. (Дата звернення: 20.04.2024). 250.

17. URL: <https://ppt-online.org/425212>

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						68
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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. – 1 електрон.
21. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
22. ДБН В.1.1-7-02. Державні будівельні норми України. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
23. Міністерство надзвичайних ситуацій України, Наказ "Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин" від 22.03.2012 № 627
24. ПУЭ ПУЕ:2006. Правила улаштування електроустановок.
25. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
26. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z028598/print>.
27. Безпека потенційно небезпечних технологій та виробництв: курс
28. Конспект лекцій. Для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-кваліфікаційний рівень – «бакалавр» / Укладач Н.І. Коровникова. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – 234 с.
29. Малмен Ю., Ніссіла М., Віролайнен К. та Репола П. ‘Хімічні речовини, що обробляються та постійно викликає занепокоєння під час зупинок заводів’, Журнал запобігання втратам у процесі промисловість, 2010 В. 23. С. 249–252.
30. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2015 році.
31. Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи. Довідник / За загальною редакцією Назарова О.О., Кулешова М.М. Х.: АЦЗУ, 2006. 376 с.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

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

33. Довідник рятувальника. / За загальною редакцією В.І. Балогі. – Львів: СПОЛОМ, 2012. – 712 с.

34. [Кіреєв О.О. Дослідження концентраційних областей гелеутворення вогнегасних складів / О.О. Кіреєв, В.М. Романов, О.В. Бабенко // Проблемы пожарной безопасности. – 2003. – Вып. 14. – С. 109-112

35. Кіреєв О.О. Оптимізація складу гелеутворюючих вогнегасних систем / О.О. Кіреєв, О.В. Бабенко // Проблемы пожарной безопасности. – 2004. – Вып. 15. – С. 103-106.

36. Деклараційний пат. 60882А Україна, МПК7 А 62 С 1 / 00. Спосіб гасіння пожежі та склад для його здійснення / Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреєв О.О., Бабенко О.В.; заявник та патентовласник Академія пожежної безпеки України. - №20030326004; заявл. 25.03.2003; опубл. 15.10.2003, Бюл. №10.

37. Maryam, K., Naimi-Jamal, M. (2019). Carboxymethyl cellulose as a green and biodegradable catalyst for the solvent-free synthesis of benzimidazoloquinazolinone derivatives. Journal of Saudi Chemical Society, 23, 182–187. doi: 10.1016/j.jscs.2018.06.007].

38. <https://www.systopt.com.ua/item-monoamonijfosfat-amonij-fosfornokyslyj-odnozamisshenyj>.

39. Бабенко Ю.В., Савельєв І.В., Боровиков В.О. та ін. Протипожежний захист складів нафти і нафтопродуктів. К.: УкрНДІПБ, 2002. 142 с.

40. Brushlinsky N. N., Hall J. R., Sokolov S. V., Wagner P. Fire statistics // Int. association of fire and rescue services. CTIF. 2006. 72 с. Режим доступу: https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report11_world_fire_statistics_2006.pdf.

41. Isner M. S. Tank farm fire at Denver // Fire Fight. Can. 1991. v. 35, № 9. P. 22.

42. Chemiebrand in Melbourne // Gefahrl. Lad. 1991. v. 36, № 9. P. 397.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						70
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

43. Seven's hour blaze at refinery // Fire Int. 1992. v. 16, № 133. P. 86
44. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.02.2016 р. № 106 "Порядок класифікації, маркування і упаковки хімічних речовин"
45. Дадашов І.Ф., Ковальов О.О., Хмиров І.М., Поліванов О.Г. Обґрунтування конструкції та методика розрахунку конструктивно-технологічних параметрів ежекційного апарату, застосовуваного під час пожежогасіння // Науковий вісник НЛТУ України. Т.28. №11. 2018. С. 101-107.
46. Дадашов І.Ф., Ковальов О.О., Калиновський А.Я., Шевцова О.С., Морозова Г.В. Розрахунок геометричних параметрів ежекційного апарату застосовуваного при пожежогасінні / Комунальне господарство міст, 2018, Вип. 7 (146). С. 167 – 173.
47. Пат. № 128050 UA. Спосіб гасіння пожеж горючих та легкозаймистих рідин в резервуарах / Дадашов І.Ф., Ковальов О.О., Кіреєв О.О. – заяв. та патентовл.: НУЦЗУ. – у 2018 04056, 13.04.2018; опубл. 27.08.2018. Бюл. № 16. 3с.
48. Патент № 133144 UA. Спосіб гасіння горючих або легкозаймистих рідин плавучою зернистою системою / Дадашов І.Ф., Кіреєв О.О., Трегубов Д.Г., Шаршанов А.Я., Корчагіна А.П. – заяв. та патентовл.: НУЦЗУ. – у 2018 10297, 17.10.2018, опубл. 25.03.2019. Бюл. № 6. 4с.
49. Дадашов І.Ф., Ковальов О.О. Обґрунтування конструкції ежекційного апарату для подачі піноскла // «Пожежна безпека. Проблеми та перспективи»: Збірник та тез доповідей Всеукр. наук.-практ. конф., м. Харків, 1-2.03.2018 р. Х., 2018. С. 103-105.
50. Дадашов І.Ф., Ковальов О.О. Обґрунтування параметрів конструкції ежекційного апарату, застосовуваного при пожежогасінні // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» 18-19.05.2018. ЧПБ НУЦЗУ. С. 167-170.
51. Петухов Р. А., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Савченко О. В. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з розливом летучих токсичних рідин шляхом використання пін із заданим часом тверднення. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. № 29. С. 37–46.

52. Pietukhov R., Kireev A., Slepuzhnikov E., Chyrkina M., Savchenko A. Lifetime research of rapid-hardening foams. Problems of emergency situations. 2020. № 31. P. 226–233.

53. 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.

54. 26. Pietukhov R., Kireev A., Slepuzhnikov E., Chyrkina M., Savchenko A. Lifetime research of rapid-hardening foams // Problems of emergency situations. 2020. Vol. 31. P. 226–233. DOI: 10.5281/zenodo.3901986.

55. Петухов Р. А., Кіреєв О. О., Слепужніков Є. Д., Савченко О. В., Шевченко С. М., Дейнека В. В. Підвищення часу існування пін швидкого тверднення // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2020. Vol. 32. С. 215–222. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4400204>.

56. Петухов Р. А., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Савченко О. В. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з розливом летучих токсичних рідин шляхом використання пін із заданим часом тверднення // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. №29. С. 4-8.

57. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 13.10.2008 року № 733.

58. Наказ МВС України «Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті» від 29.11.2019 року № 1000.

59. Наказ МНС України Методичні рекомендації "Організація управління в надзвичайних ситуаціях" від 05.10.2007 року №.

60. Zasady organizacji dekontaminacji w warunkach szaczenia srodkami CBRN w przypadku zdarzen masowych podczas Swiatowych Dni Mlodziezy (2016). PSPRP Polska. Warszawa. 20.

					НУЦЗУ.2.22-32 СХ та ХТ РПЗ-05	Лист
						72
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

61. Slepuzhnikov, E. D., Tarakhno, O. V., Ponomarenko, R. V., Buts, Y. V. (2018). Improving the control of sampling of liquid, gaseous and bulk substances in the study of man-made environmental impact. Man and the environment. Issues of neoeology. (30), 148–157. (In Ukrainian).

62. Кіреєв О.О. Экспериментальное исследование влияния характеристик гелеобразного слоя на его изолирующие свойства по отношению к парам органических жидкостей. Проблемы надзвичайних ситуацій. 2017. №26. С.43–48.

63. Слепужніков Є.Д., Тарахно О.В., Пономаренко Р.В., Буц Ю.В. Удосконалення контролю відбору проб рідких, газоподібних та сипучих речовин при дослідженні техногенного впливу на довкілля. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2018. № 30. . С. 148–157.

64. Кіреєв О.О., Коленов О. М. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения. Проблемы пожарной безопасности. 2008. №24. С.50–53.

65. Кіреєв О.О., Коленов О. М. Исследование пенообразования в пенообразующих системах. Проблемы пожарной безопасности. 2009. №25. С.59–64. 12. Mewis J. Thixotropy. Advances in Colloid and Interface Science. 2009. P. 214–227.

66. Kennedy, M. J., Conroy, M. W., Dougherty, J. A., Otto, N., Williams, B. A., Ananth, R., Fleming, J. W. (2015). Bubble coarsening dynamics in fluorinated and nonfluorinated firefighting foams. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 268–279.

67. Arzhanukhin, I. O., Reshetnikov, V. M. (2015). Poisk optimal'nykh sootnosheniy mezhdru komponentami dlya polucheniya pennoy degaziruyushchey retseptury. Nauchnyye i obrazovatel'nyye problemy gosudarstvennoy zashchity. Khimki, 3, 59–64. 4.

68. Spas`ka, O. A., Ivanov, S. V. Minimizaciya vtrat legkikh frakcij ridkikh vuglevodniv vid aerodisipaciyi stabilizovanimi plivkoutvoryuyuchimi poverkhnevoaktivnimi rehovinami. Voprosy khimii i khim. tekhnologii, 1, 14–17.

69. Korol`chenko, D. A., Sharovarnikov, A. F., Degaev, E. N. Laboratornaya metodika opredeleniya izoliruyushhikh svojstv peny na poverkhnosti geptana.

Пожаровзрывобезопасност`, 4, 72–76. 6. Andrzej Mizerski. Piany jako nośniki chemicznych środków neutralizacji skażeń. BiTP, 29, 87–93.

70. Gennady, N. Kuprin, Denis, S. Kuprin. Fast-Hardening Foam: Fire and Explosion Prevention at Facilities with Hazardous Chemicals. Journal of Materials Science Research, 6, 56–61. 8. Denis, S. Kuprin. Physical–chemical explanation of fire-fighting efficiency of FHF (fast-hardening foam) based on structured silica particles. Journal of Sol-Gel Science and Technology, 81, 36–41.

71. Borovikov, V. O., Chepovskyi, V. O., Slucka, O. M. (2009). Rekomendatsiyi shchodo hasinnya pozhvezh u spyrtozhovyshchakh, shcho mistyat etylovyy spyr, zatverdzeni MNS Ukrayiny. UkrNDIPB, 76.

72. Esimsitova, Z. B., Kozhamzharova, A. S., Ablayhanova, N. T., Zhuravel, I. A., Mankibaeva, S. A., Tleubekkizi, P., Zharkova, I. M. (2018). Izucheniye vliyaniya toksicheskikh veshchestv na organizm. Vestnik KazNMU, 1, 287.

73. Langfield M. Aerial firefighting resources in Europe. URL: <https://www.airmedandrescue.com/latest/long-read/aerial-firefightingresources-europe>.

74. Warnes A. Aerial firefighters. URL: <https://www.aerosociety.com/news/aerial-firefighters/>.

75. Malmén Y., Nissila M., Virolainen K. and Repola P. ‘Process chemicals – An ever present concern during plant shutdowns’, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2010 V. 23. P. 249–252.

76. European Commission Enterprise and Industry Directorate-General (2009) ‘Final Report of the High Level Group on the Competitiveness of the European chemicals industry’. URL: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/final_report/hlg_final_report_july09.pdf

77. Natalie Grimm. G.E.P. Box and K.B. Wilson – On the Experimental Attainment of Optimum Conditions. Breakthroughs in Statistical Methodology. 2014. P. 14.

					НУЦЗУ.2.22-32 CX та XT РПЗ-05	Лист
						74
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		