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: «Розробка плану реагування на надзвичайну ситуацію, пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини»

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

Керівник Юліана ГАПОН
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Андрій ХОЛОША
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Харків – 2024

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 «Хімічні технології та інженерія»_____
(назва)
Освітньо-професійна програма _____«Радіаційний та хімічний захист»_____
(назва)
Рівень вищої освіти _____другим (магістерським)_____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник кафедри спеціальної
хімії та хімічної технології
_____Євген СЛЕПУЖНІКОВ__
«____» _____ 20 __ року

ЗАВДАННЯ
НА ПІДГОТОВКУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ
_____Проскуріної Марини Юріївни _____
(прізвище, ім'я. по батькові)

1. Тема роботи «Розробка плану реагування на надзвичайну ситуацію, пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини»

керівник роботи ___Гапон Юліана Костянтинівна, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУЦЗ України від «_28_» __лютого__2024_ року №_39_
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 14 травня 2024 року
3. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах: початкові умови ймовірної аварії, яка сталася в наслідок ракетного обстрілу, план-схема підприємства із переробки вуглеводневої сировини, горизонтальний резервуар - 3 шт.(об'єм 73 $м^3$), вуглеводнева сировина 220 кг.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): проаналізувати небезпеки надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах нафтопереробної промисловості, розробити план реагування на надзвичайну ситуацію пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини, розглянути сучасні методи розрахунків пожежовибухонебезпечних факторів на об'єктах нафтопереробної сировини, розробити рекомендації щодо охорони праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень/слайдів): _____
Мультимедійна слайди у кількості – _14_ штук_____

6. Консультанти за розділами кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Слепужніков Є.Д., начальник кафедри СХХТ		

7. Дата видачі завдання ___28.02.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва заходів кваліфікаційної роботи	Строк виконання заходів роботи	Відмітка про виконання
1.	Отримання завдання	28.02.24	
2.	Збір інформації та аналітичний огляд літератури	05.03.24	
3.	Аналіз небезпек надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об’єктах нафтопереробної промисловості	10.03.24	
4.	План реагування на надзвичайну ситуацію пов’язану з переробкою вуглеводневої сировини	21.03.24	
5.	Сучасні методи розрахунків пожежо-вибухонебезпечних факторів на об’єктах нафтопереробної сировини	02.04.24	
6.	Розробити рекомендації щодо охорони праці	06.04.24	
7.	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	20.04.24	
8.	Подання роботи на рецензування	04.05.24	
9.	Подання роботи на передзахист	14.05.24	
10.	Подання роботи на захист	17.05.24	
11.	Захист роботи	21.05.24	

Завдання одержав
здобувач вищої освіти _____ **Марина ПРОСКУРІНА**
(підпис) **(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)**

Завдання надав
керівник роботи _____ **Юліана ГАПОН**
(підпис) **(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)**

РЕФЕРАТ

Звіт про КР : 61 с., 8 рис., 9 табл., 37 джерел.

Ключові слова: аварія, вибух, вуглеводнева сировина, нафта, резервуар, самозайманння, пожежа.

Об'єкт досліджень: надзвичайна ситуація на ТОВ «Кривбаснафтопродукт».

Мета роботи: розробка плану реагування на надзвичайну ситуацію пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини.

Стислий зміст роботи та висновки: проаналізовано небезпеки надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах нафтопереробної промисловості. Розроблено план реагування на надзвичайну ситуацію пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини на ТОВ «Кривбаснафтопродукт». Розглянуто сучасні методи розрахунків пожежовибухонебезпечних факторів на об'єктах нафтопереробної сировини. Розрахован матеріальний баланс процесу горіння складних конденсованих матеріалів (нафти). Спрогнозовано розміри зон, що обмежені нижніми концентраційними межами поширення полум'я. Визначено розміри зон ураження при швидкому згорянні пароповітряної суміші у відкритому просторі. Розроблено рекомендації щодо охорони праці на промисловому підприємстві критичної інфраструктури.

Область використання: об'єкти критичної інфраструктури, пов'язані із переробкою та зберіганням вуглеводневої сировини.

ABSTRACT

QW report: 61 pages, 8 figures, 9 tables, 37 sources.

Keywords: accident, explosion, hydrocarbon, fuel, oil, tank, spontaneous combustion, fire.

Object of research: an emergency situation at Limited Liability Company «Kryvbasnaftoprodukt».

Objective: development of an emergency response plan for the processing of hydrocarbon raw materials.

Summary of work and conclusions: Hazards of man-made emergencies at oil refining facilities were analyzed. A plan for responding to an emergency related to the processing of hydrocarbon raw materials at Kryvbasnaftoprodukt LLC was developed. Modern methods for calculating fire and explosion hazards at oil refining facilities are considered. The material balance of the combustion process of complex condensed materials (oil) is calculated. The sizes of the zones limited by the lower concentration limits of flame propagation are predicted. The sizes of the damage zones in the case of rapid combustion of a vapor-air mixture in an open space are determined. Recommendations for labor protection at an industrial enterprise of critical infrastructure are developed.

Scope: critical infrastructure facilities related to the processing and storage of hydrocarbon raw materials.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ……	8
ВСТУП……..	9
1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК НАДЗВИЧАЙНИХ СИТАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ...	10
1.1. Аналіз стану нафтопереробної промисловості України у 2023 році ……	10
1.2. Огляд аварій на підприємствах з переробки вуглеводневої сировини…..…….…….……..	11
1.3. Аналіз основних причин аварій, пов'язаних із переробкою вуглеводневої сировини ……..……..…….	15
1.4. Особливості гасіння пожеж на нафтобазах та складах пально-мастильних матеріалів…….……..……...	19
2. РОЗРОБКА ПЛАНУ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНУ СИТУАЦІЮ, ПОВ'ЯЗАНУ З ПЕРЕРОБКОЮ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ……	21
2.1 Загальна характеристика комплексу з переробки вуглеводневої сировини ТОВ «Кривбаснафтопродукт»……	21
2.2. Загальна схема переробки вуглеводневої сировини……	21
2.3. Відомості про технології переробки вуглеводневої сировини	25
2.4. Опис та прогнозування умовної аварії на комплексі з нафтопереробної сировини ……..……...……	29
2.5. Картка небезпеки обладнання резервуара для зберігання вуглеводневої сировини……...……...……	33
2.6. Особливості хімічного самозаймання вуглеводневої сировини	33
3. СУЧАСНІ МЕТОДИКИ РОЗРАХУКНІВ ПОЖЕЖОВИБУХО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОПЕРЕРОБНОЇ СИРОВИНИ…….	36

3.1. Розрахунок матеріального балансу процесу горіння складних конденсованих матеріалів (нафти)…….....	36
3.2. Прогнозування розмірів зон, що обмежені нижніми концентраційними межами поширення полум'я…….....	38
3.3. Оцінка небезпеки технологічного блоку зберігання вуглеводневої сировини……	40
3.4. Прогнозування розмірів зон ураження при швидкому згорянні пароповітряної суміші у відкритому просторі……	42
4.ОХОРОНА ПРАЦІ……	47
4.1. Основні положення безпечних умов праці……	47
4.2. Вимоги безпеки праці на нафтопереробному підприємстві……	48
4.3. Чисельність та кваліфікація персоналу на комплексі з переробки вуглеводневоїсировини……	50
4.4. Характеристика небезпечних речовин……	51
ВИСНОВКИ……...	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….	57

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДСНС – Державна служба України з надзвичайних ситуацій

ДУ – допоміжне устаткування

НКМПП – нижня концентраційна межа поширення полум’я

ОРС ЦЗ - оперативно-рятувальна служба цивільного захисту

РГС - резервуар газосховища

ТОВ – Товариство з обмеженною відповідальністю

УПС – установка переробки сировини

ВСТУП

Промислове виробництво в сучасному світі невіддільне від використання нафти, природного газу та продуктів їх переробки. Нафта та природний газ є ключовими енергоносіями, які забезпечують високоефективне виробництво та підтримку комунальної сфери. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні стабільного функціонування промисловості, транспорту, енергетики та інших галузей. Використання природних вуглеводнів є невід'ємною частиною багатьох виробничих процесів і значно впливає на економіку країни.

Сучасні технології видобутку, переробки та транспортування нафти та газу дозволяють ефективно використовувати ці ресурси, мінімізуючи негативний вплив на довкілля. Розвиток альтернативних джерел енергії та зусилля з підвищення енергоефективності є важливими аспектами сучасної енергетичної політики. Однак нафта та природний газ продовжують залишатися основними джерелами енергії, які забезпечують стабільне функціонування промислового сектору та інших сфер економіки.

Сьогодні провідне місце за видобутком нафти і газу посідає Лівобережна Україна. Основні родовища нафти і природного газу знаходяться в Харківській, Сумській, Полтавській, Дніпропетровській і Чернігівській областях.

Тому метою даної кваліфікаційної роботи є розробка плану реагування на надзвичайну ситуацію, пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини, що полягає у забезпеченні безпеки працівників, населення та навколишнього середовища. На основі аналізу можливих сценаріїв аварійних ситуацій та оптимального використання ресурсів ретельно сплановані заходи та процедури гарантуватимуть ефективне та безпечне управління ситуацією в разі виникнення надзвичайної події.

Розділ 1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК НАДЗВИЧАЙНИХ СИТАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1 Аналіз стану нафтопереробної промисловості України у 2023 році

Промисловість є провідною галуззю господарського комплексу будь-якої розвиненої держави, яка має за мету добування та переробку природних багатств. Від стану та розвитку промисловості залежать стан і розвиток інших галузей господарства, соціально-культурного й адміністративно-політичного будівництва, а отже, й рівень життя громадян, розвитку суспільства, держави в цілому. Характерною особливістю промислово розвинених країн є постійне економічне зростання на основі здійснення ефективної державної політики. Запорукою зростання економіки більшості країн світу є повне забезпечення потреби у високоякісних паливно-мастильних матеріалах. Тому більшість країн має розвинену нафтопереробну галузь, хоча і зорієнтовану здебільшого на імпортну сировину [1-3].

На сучасному етапі розвитку України, питання енергетичної незалежності стало одним із найбільш гостро обговорюваних в суспільстві та експертному середовищі. Реалії міжнародного економічного життя, гостра потреба у забезпеченні природним газом вітчизняної економіки та наших домогосподарств актуалізують необхідність стрімкого нарощення видобутку якісного українського газу [4].

Одним із ключових напрямків інтеграції України в Європейський Союз є:

- Прискорення інтеграції України в енергетичний ринок ЄС.
- Забезпечення повного застосування норм і правил ЄС для запобігання зловживанням з боку постачальників із третіх країн, зокрема під час будівництва, сертифікації та експлуатації нафто- і газопроводів [5].

Після російського вторгнення 22 лютого 2022 року загальний видобуток природного газу в Україні різко знизився майже на 10%, . Деякі родовища

опинилися під окупацією, а інші зупинили видобуток через близькість до лінії фронту [6].

Однак, «Укргазвидобування», частина групи Нафтогаз, проявила стійкість і змогла утримати видобуток від більшого падіння, яке спостерігалося в приватному секторі. Компанія продовжувала видобувати природний газ навіть на тимчасово окупованих територіях Харківської області, що дозволило забезпечити країну природним газом [7].

Як найбільша газовидобувна компанія в Україні, «Укргазвидобування» демонструє стабільний приріст видобутку у 2023 році, що перевершує показники не тільки 2022 року, а й 2021 року до повномасштабного вторгнення.

Компанія очікує зростання обсягів видобутку природного газу у 2023 році на близько 7% порівняно з минулим роком. Аналітики Exploration&Production Consulting оцінюють зростання на рівні приблизно 5%, що також є добрим результатом в умовах триваючої війни.

Таких результатів вдалося досягти завдяки відданій роботі співробітників компанії, які збільшили обсяги видобутку. У 2023 році компанія активно збільшила обсяги буріння, досягнувши найвищого результату за останні 15 років. «Укргазвидобування» пробурило приблизно 326 тисяч метрів і ввело в експлуатацію понад 90 свердловин, що є рекордом за останні 20 років незалежної України [8].

1.2. Огляд аварій на підприємствах з переробки вуглеводневої сировини

Огляд аварій на промислових підприємствах з переробки та зберігання вуглеводневої сировини зазвичай включає аналіз інцидентів, що мали місце на різних стадіях виробничого процесу. На таких підприємствах використовують небезпечні хімічні речовини, високі температури та тиск, що підвищує ризик аварійних ситуацій.

Типові аварії на підприємствах з переробки вуглеводневої сировини можуть включати:

1. *Вибухи та пожежі*: викликаються накопиченням небезпечної легкозаймистих парів або газів у замкнених просторах або внаслідок порушень у роботі обладнання.

2. *Розливи хімічних речовин*: виникають через витік або пошкодження трубопроводів, резервуарів або інших ємностей, що може призвести до забруднення навколишнього середовища та становити загрозу для здоров'я працівників.

3. *Технічні несправності*: пошкодження або зношення технологічного обладнання може спричинити аварії, зокрема через вибух або витік небезпечних речовин.

4. *Некваліфікований персонал*: недостатнє навчання, порушення протоколів безпеки або людська помилка можуть призвести до виникнення аварійних ситуацій.

5. *Інші інциденти* можуть включати природні катастрофи, терористичні атаки та інші непередбачені обставини, що можуть призвести до аварій.

Ось кілька прикладів аварій, пов'язаних із переробкою вуглеводневої сировини:

1. *Вибух на нафтопереробному заводі в Індії (2017)*: Вибух на заводі Bharat Petroleum Corporation Limited в Мумбаї призвів до загибелі щонайменше трьох людей і поранення інших працівників заводу [9].

2. *Вибух на нафтопереробному заводі в Філадельфії, США (2019):* Вибух і пожежа на заводі Philadelphia Energy Solutions не спричинили прямих смертей, але призвели до серйозних пошкоджень заводу і викидів токсичних речовин. Завод згодом був закритий [10].

3. *Катастрофа на хімічному заводі в Китаї (2019):* Вибух на заводі Jiangsu Tianjiayi Chemical спричинив загибель щонайменше 78 людей і поранення більше 600 осіб. Вибух також призвів до значних пошкоджень навколишніх будівель і споруд [11].

4. *Вибух на нафтопереробному заводі в Саудівській Аравії (2019)*: Вибухи та пожежі на заводі Aramco в Абкайку були результатом атаки безпілотними

літальними аппаратами. Цей інцидент не спричинив прямих смертей, але спричинив значні матеріальні збитки [12].

5. *Вибух на нафтопереробному заводі в Ірані (2021):* На заводі в Тегерані стався вибух і пожежа, що призвели до загибелі щонайменше однієї людини і поранення декількох інших [13].

В Україні також траплялися аварії на підприємствах з видобутку та переробки вуглеводневої сировини. Ось кілька прикладів аварій та їх наслідків за останні 15 років:

1. *Аварія на нафтопереробному заводі в Лисичанську (2010):* Вибух і пожежа на заводі спричинили значні пошкодження обладнанню та виробничим лініям. Смертей внаслідок цього інциденту не зафіксовано, однак аварія все ж таки мала суттєвий вплив на операції заводу.

2. *Аварія на нафтобазі "БРСМ-Нафта" поблизу Києва (2015)*: Вибух і пожежа на нафтобазі призвели до загибелі щонайменше п'яти людей і поранення багатьох інших. Пожежа тривала кілька днів і спричинила значне забруднення навколишнього середовища[14].

3. *Пожежа на нафтобазі в Дніпрі (2016)*: Нафтобаза в Дніпрі зазнала пожежі, що спричинила значні збитки. Завдяки ефективній роботі пожежних служб та оперативним діям працівників бази, вдалося запобігти поширенню вогню та уникнути людських жертв.

4. *Пожежа на хімічному заводі в Калуші (2019):* На заводі з виробництва нафтохімічної та хімічної продукції «Карпатнафтохім», що в Калуші на Івано-Франківщині, виникла масштабна пожежа. Загорілася установка з виробництва олефінів, стовп вогню сягав 15 метрів у висоту. Локалізувати пожежу вдалося лише через дві з половиною години [15].

5. *Вибух на нафтопереробному заводі в Чернігові (2022*): Внаслідок обстрілу стався вибух з частковою руйнацією 6 резервуарів з нафтопродуктами (4 ємністю 5000 метрів кубічних та 2 ємністю 2000 метрів кубічних) на ДО «Комбінат Айстра» за адресою: Чернігівська область,м. Чернігів, вул. вул. Чудінова, 3. Відбулося горіння двох окремих груп резервуарів з викидом нафтопродуктів до

обвалування, з щільним задимленням та високою температурою. Під дією теплового потоку від резервуарів, що горять, внаслідок безпосередньої дії полум'я, було можливе розповсюдження горіння на сусідні резервуари.

6. *Вибух на нафтопереробному заводі в Новомосковському районі(2022*): Причиною пожежі став вибух унаслідок артилерійського обстрілу. По прибуттю на місце події пожежно-рятувальними підрозділами встановлено горіння резервуарів із нафтопродуктами, будівель і споруд на території підприємства. Вогнем знищено: металеві резервуари РВС-900 № 49-56 (6 шт.), металеві резервуари РВС-600 № 88 - 91 (4 шт.), металеві резервуари РГС-50 № 25-40 (16 шт.), металеві резервуари РГС-25 № 41-43 (3 шт.), металеві резервуари-горизонтальні № 59-63 (5 шт.),4 транспортні засоби; пошкоджено: адміністративно-побутовий комплекс, дизельна, 3 тимчасових склади, навіс, огорожа, очисні споруди та колодязі ливневих стоків, бокс для зберігання пожежних автомобілів на загальній площі 20000 м^2.

Внаслідок пожежі загинуло 3 людини, травмовано 10 людей (із них 2 співробітники ДСНС). Ліквідація пожежі здійснювалась за допомогою сил та засобів ГУ ДСНС у Дніпропетровській області, а саме 69 осіб та 17 одиниць техніки. На ліквідацію даної пожежі подано 12 водяних ручних стволів та 4 лафетних.

7. *Вибух на нафтопереробному заводі в Кривому Розі (2022*): До чергової зміни ОКЦ надійшло повідомлення про влучання ракети, внаслідок чого виникла пожежа на нафтобазі ТОВ «Октан Груп». З прибуттям на місце події пожежно-рятувальні підрозділи виявили горіннявертикальних стальних резервуарів для зберігання нафти та нафтопродуктів, будівель і споруд на території підприємства. Пожежа охопила два вертикальних резервуари (№2, 4) об'ємом по 1000 м^3, які наповнені до 600 м^3. Поряд з даними резервуарами розташовувались 6 вертикальних резервуарів об'ємом по 1000 м^3, в єдиному обвалуванні та 36 вертикальних резервуарів ємністю.

8. *Вибух на нафтопереробному заводі в Кременчуці (2023):* Нафтопереробний завод у Кременчузі зазнав вибуху, який спричинив пожежу. Первинною причиною

є атака безпілотними літальними аппаратами зі сторони російської федерації. Інцидент не спричинив людських жертв, але завдав значних збитків обладнанню заводу [16].

Це лише декілька прикладів, але були й інші інциденти, які пов'язані з переробкою вуглеводневої сировини на різних промислових об'єктах, в тому числі на газових родовищах та свердловинах , фабриках, хімічних заводах і переробних підприємствах. Кожна з цих аварій підкреслює важливість належного поводження та заходів безпеки при транспортуванні, переробці та зберіганні вуглеводневої сировини.

1.3. Аналіз основних причин аварій, пов’язаних із переробкою вуглеводневої сировини

- Розгерметизація обладнання може виникнути через порушення технологічного процесу, що включає такі аспекти:
  - Недотримання технологічних норм персоналом. Коли співробітники не дотримуються встановлених стандартів і процедур, це може призвести до несправності обладнання.
  - Неспрацьовування захисних пристроїв та попереджувальної сигналізації. Якщо блокувальні системи та сигналізація не працюють належним чином, це може спричинити витоки або інші аварії.
- Вплив небезпечних чинників може бути пов'язаний з:
  - Небезпеками, що походять від сусідніх виробництв, які можуть мати власні ризики та впливи на безпеку основного об’єкта.
  - Дією природних факторів, таких як погані погодні умови або стихійні лиха, які можуть спричинити розгерметизацію або інші пошкодження технологічного обладнання.
- Порушення правил зберігання може статися внаслідок недбалості персоналу, які не дотримуються правил зберігання матеріалів та обладнання, що може призвести до витоків або пошкоджень.

- Недотримання норм перевезення може бути пов'язане з неправильними діями персоналу під час транспортування матеріалів або обладнання. Це може включати порушення правил упаковки, навантаження або транспортування, що призводить до пошкоджень чи витоків.

Статистичні дані [17] за основними причинами аварій, представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Основні причини аварій

Причини аварій	Відносна кількість, %
Механічні руйнування	41
Помилкові дії експлуатаційного персоналу	20
Порушення технологічного процесу	8
Природні катастрофи	6
Помилки проєкту	4
Несанкціонована дія сторонніх осіб (терористичний акт)	3
Невизначена причина	18

Найбільш небезпечним технологічним обладнанням комплексу з переробки вуглеводневої сировини являються:

– резервуари для зберігання сировини;

– резервуари для зберігання готової продукції;

– технологічні трубопроводи та сировинні насоси для перекачування сировини та готової продукції;

– блочна модульна установка УПС-10 (блок теплообмінників, блок колонний, колони ректифікації, піч, випарник, рефлюксна ємність та сепаратор).

Ризик аварій на комплексі з переробки вуглеводневої сировини зумовлений технологічним процесом розкладання сировини при високій температурі та

використанням легкозаймистих речовин. У разі пошкодження апаратів або трубопроводів існує ризик пожежі чи вибуху як на відкритому майданчику, так і в приміщенні.

Недотримання правил проведення планових та поза регламентних ремонтних робіт, зокрема неповне продування апаратів і трубопроводів інертним газом або пропарювання водяною парою, може призвести до утворення вибухонебезпечної газової суміші. Однак руйнування обладнання внаслідок таких вибухів малоймовірне.

Виробництво котельного рідкого палива здійснюється шляхом термічного розкладу та перекачування для досягнення однорідності розчинення добавок, а також компаундування оливи, відпрацьованих нафтопродуктів та сумішей вуглеводнів дизельного палива з присадками.

При виході вуглеводневої сировини (нафта, газовий конденсат, мазут) можливе самозаймання при проливах, що може спричинити пожежу або травмувати обслуговуючий персонал. Джерелом запалювання можуть бути іскри механічного походження, відкрите полум'я тощо.

У середині технологічного обладнання може статися вибух при порушеннях технологічного режиму, що призводить до утворення вибухонебезпечних газо-повітряних сумішей в колоні, теплообміннику, сепараторі або топковому просторі печі.

Вибух чи пожежа може бути спричинена накопиченням коксу на внутрішніх поверхнях технологічного обладнання та резервуарів. Припинення подачі підігріваючого масла може призвести до затвердіння нафтопродуктів в трубопроводах і резервуарах.

Крім основного технологічного обладнання, на комплексі з переробки вуглеводневої сировини використовується й допоміжне, зокрема насоси та трубопроводи, які є найуразливішими частинами системи через наявність рухомих частин. Насоси можуть зазнавати ерозії та кавітації, а вібрації можуть призвести до руйнування. Трубопроводи також піддаються ризикам ерозії в місцях змін геометрії.

При порушенні норм експлуатації можуть виникнути аварії з викидом газу, утворенням вибухонебезпечної суміші газу та повітря, а також витік рідкого продукту. У разі появи джерела запалювання це може призвести до займання або горіння.

1 група – штатні ситуації – перебої в подачі сировини, електроенергії, води і пари, повітря для технологічних цілей і приладів контролю та автоматики, припинення подачі теплоносія;

2 група – випадкові неконтрольовані події, пов'язані з діяльністю сусідніх виробництв або об'єктів (техногенні небезпеки), з рухом транспорту, а також природні небезпеки, диверсії;

3 група – небезпечні відхилення контрольованих параметрів стану обладнання – механічний і корозійний знос матеріалу обладнання, втома металу та інше;

4 група – події, що призводять до порушення нормального технологічного процесу і виходу параметрів за їх критичні значення і викиду небезпечних речовин, в тому числі внаслідок помилкових дій персоналу. Помилкові дії персоналу можуть бути викликані недостатнім професіоналізмом, психофізичним станом організму, відсутністю нормальних умов роботи.

Події, що належать до будь-якої з цих груп, в залежності від конкретних обставин та дій або бездіяльності персоналу, можуть призвести до часткового або повного руйнування обладнання або комунікацій, а також аварійного викиду технологічних матеріалів.

Спеціальний аналіз подій 2-ої та 3-ої груп не проводився, оскільки можливі наслідки цих подій повністю охоплюються наслідками більш суттєвих подій 1-ої та 4-ої груп.

Результати аналізу умов виникнення та розвитку аварій для подій 4-ої групи наведені в картках небезпеки обладнання технологічних блоків.

Код подій у таблицях складається з літерного позначення рівня аварії, номера стадії та номера події на цій стадії.

1.4. Особливості гасіння пожеж на нафтобазах та складах пально-мастильних матеріалів

Внаслідок повномасштабної військової агресії зі сторони російської федерації об’єктам критичної інфраструктури України завдано значної шкоди. В сучасних умовах вирішення проблеми ускладнюється тим, що підприємства, які використовують небезпечні технології, речовини та матеріали, можуть розглядатися як цілі найбільш ефективного застосування противником засобів ураження. Найбільші труднощі при організації гасіння пожеж виникають на нафтопереробних та енергетичних об’єктах із вибухонебезпечною технологією виробництва. Через активні бойові дії виникають повторні й нові пошкодження нафтобаз та складів пально-мастильних матеріалів [18].

Під час пожежі в резервуарному парку спостерігається [19]:

– руйнування резервуарів внаслідок пожежі, розлив та розповсюдження нафтопродуктів на значну площу, у тому числі через відсутність в окремих випадках обвалування резервуарних парків;

– вилив нафтопродуктів з резервуарів внаслідок прогрівання та спінювання;

– викид з резервуарів темних нафтопродуктів внаслідок прогрівання;

– утворення в пошкоджених резервуарах зон, що ускладнюють подачу вогнегасних речовин унаслідок обвалення покрівлі;

– щільне теплове випромінювання від резервуара, що горить, потужні конвективні потоки продуктів горіння та зміна їх напрямків залежно від метеорологічних умов;

– швидкий розвиток пожежі та поширення вогню технологічними лотками, каналізаційними та іншими системами;

– пошкодження резервуарів внаслідок розльоту уламків ракет і витікання з них нафтопродуктів.

Якщо вціліло обвалування резервуара (групи резервуарів), то площа пожежі буде обмежуватися обвалуванням, у межах якого розтікаються нафтопродукти, що горять.

Якщо обвалування резервуара (групи резервуарів) зазнали пошкоджень площа пожежі буде стрімко збільшуватися внаслідок розтікання нафтопродуктів по території резервуарного парку та створювати загрозу сусіднім вцілілим резервуарам. В окремих випадках нафтопродукти можуть розтікатися за межі резервуарного парку та створювати загрозу поширення пожеж на сусідні об’єкти і населені пункти.

Розділ 2. РОЗРОБКА ПЛАНУ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНУ СИТУАЦІЮ, ПОВ'ЯЗАНУ З ПЕРЕРОБКОЮ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ

2.1 Загальна характеристика комплексу з переробки вуглеводневої сировини ТОВ «Кривбаснафтопродукт»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Кривбаснафтопродукт» розташоване на земельній ділянці площею 3,7844 га за адресою: Дніпропетровська область, м. Кривий Ріг (рис 2.1.).

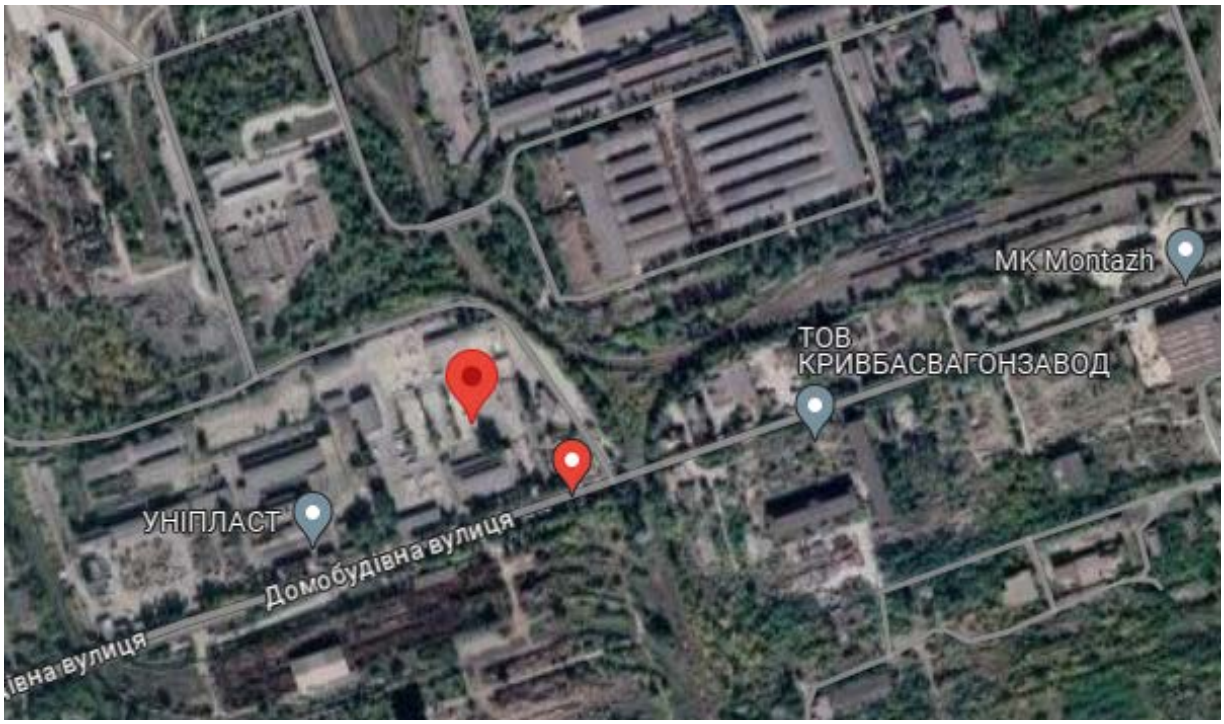

Рис. 2.1 – Розташування підприємства на мапі

Об'єкти які знаходяться поруч:

з півночі – автошлях по вул. Домобудівній;

з півдня – місцевий проїзд на відстані 14 м;

з заходу – під'їзні залізничні колії ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» на відстані 70 м;

зі сходу – територія промислового майданчика ПП «Укрпром-реставрація».

Промисловий майданчик ТОВ «Кривбаснафтопродукт» займає площу 1,1928 га. Рельєф майданчика спокійний з ухилом в північно-східному напрямку. Абсолютні відмітки землі коливаються від 106,92 м до 108,0 м. Розмір нормативної санітарно-захисної зони для промислового майданчика ТОВ «Кривбаснафтопродукт» становить 1000 м.

До складу виробництва входять (рис 2.2.):

– блочно-модульна установка переробки вуглеводневої сировини УПУС-10 – 2 одиниці;

– резервуарний парк (наземний) для вуглеводневої сировини ємністю 219 м^3;

– резервуарний парк (наземний) готової продукції ємністю 450 м^3;

– резервуарний парк (наземний) для проміжних резервуарів готової продукції ємністю 105 м^3;

– резервуарний парк (наземний) для палива горілок ємністю 20 м^3, резервуарний парк (наземний) для котлів реакторів ємністю 120 м^3;

– резервуар (підземний) для важкого палива ємністю 20 м^3;

– збірник проливів (підземний) готової продукції

– очисні споруди для очищення стоків з резервуаром очищених стоків 25 м^3;

– вузол зливання сировини;

– продуктова насосна станція;

– будівля конденсаторів Кх-3 для важкого палива;

– градирня.

На території допоміжної зони розміщені наступні будинки та споруди:

1. Контрольно-перепускний пункт.
2. Пожежний пост.
3. Будинок допоміжних приміщень.
4. Майданчик технологічного транспорту.

Виробництво палива котельного рідинного відбувається шляхом розкладання вуглеводневої сировини (нафта для нафтопереробних підприємств або інші нафти та продукти переробки нафти, газовий конденсат, мазут (кубовий залишок), суміш вуглеводнів одержана з нафти або газового конденсату або їх сумішей, олива

технічна спрацьована або нафтопродукти спрацьовані) за високих температур та додавання присадок у вихідний продукт згідно рецептур кількостями і призначене для транспортних та стаціонарних котельних і промислових технологічних установок [20].

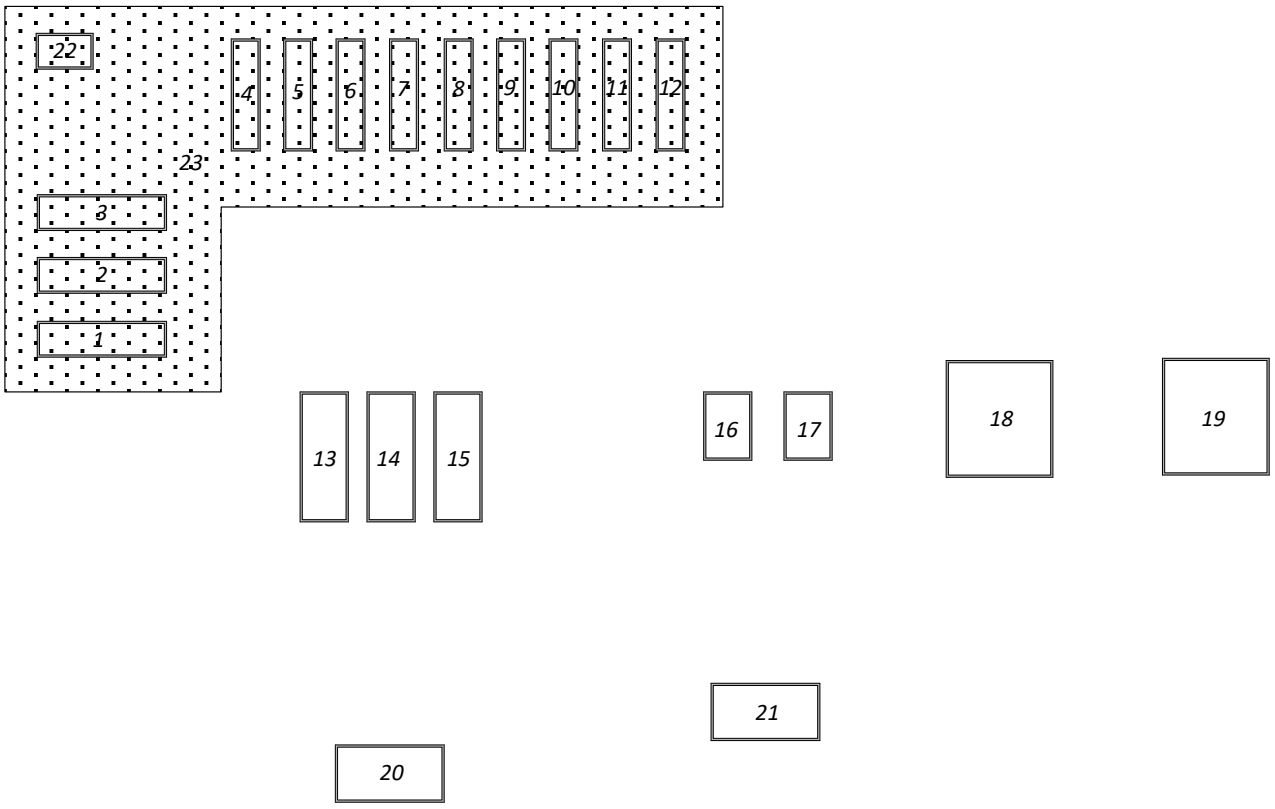

Рис.2.2. – План - схема комплексу з переробки вуглеводневої сировини. Умовні позначення: 1-3 - резервуари горизонтальні сталеві 73 м^3; 4-12 - резервуари горизонтальні сталеві 50 м^3; 13-15- випарники; 16-17- печі; 18- УПС-1; 19- УПС-2; 20 - операторна 1; 21 - операторна 2; 22- резервуар відходів виробництва; 23 - обвалування резервуарного парку.

Функціональні блоки системи комплексу з переробки вуглеводневої сировини умовно розподіляються на 4 основні блоки [21], які представлені на рис. 2.3.

Вузол приймання та зберігання сировини (блок 1). Група резервуарів призначена для зберігання вуглеводневої сировини під внутрішнім надлишковим тиском у діапазоні від 0,04 мПа до 0,07 мПа. Кожен резервуар оснащений склянкою з горловиною, яка має патрубок прийому ДУ 80, дихальний клапан

СМДК-50, патрубок роздачі ДУ 50, люк замірний ЛЗ-150 А, зачисну трубу ДУ 40 та вогнеперешкоджувач ДУ 50. Така конфігурація забезпечує ефективне та безпечне зберігання вуглеводневої сировини під контрольованим надлишковим тиском.

Вузол виробництва палива (блок 2). Потужність блочно-модульної установки переробки вуглеводневої сировини УПС-10 періодичної дії складає 6000 т/рік. Блочна модульна установка УПС-10 складається із наступних блоків та основних апаратів: блок теплообмінників, блок колонний, колона ректифікації К1 та К2, блок технологічних насосів, піч, випарник, рефлюксна ємність, сепаратор, фільтр , градирня, ємність паливна, сировинні насоси.

Рис. 2.3 - Функціональні блоки комплексу з переробки вуглеводневої сировини

Вузол зберігання та відвантаження палива (блок 3). Група резервуарів призначена для зберігання готової продукції при внутрішньому надлишковому тиску в газовому просторі від 0,04 мПа до 0,07 мПа. Кожен резервуар обладнаний склянкою з горловиною, на якій встановлено: патрубок прийому ДУ 80; дихальний

клапан СМДК-50; патрубок роздачі ДУ 50; люк замірний ЛЗ-150 А; зачисна труба ДУ 40;вогнеперешкоджувач ДУ 50.

Вузол очисних споруд нафтовмісних стоків та виробничо-дощова каналізація (блок 4). Система призначена для збору та очищення дощових стоків, аварійних проливів сировини та готової продукції. До її складу входять сепаратор, зливний колодязь, дощоприймачі та резервуар очищених стоків, які з'єднані між собою ПВХ трубами, прокладеними в футлярах.

Виробничо-дощові стоки по самопливним мережам направляються в приймальний резервуар виробничих стоків через колодязі від будівель та споруд. Цей процес забезпечує ефективне керування стоками, запобігаючи забрудненню навколишнього природного середовища та підтримуючи допустиму чистоту водних ресурсів.

2.2. Загальна схема переробки вуглеводневої сировини

Переробка нафти на нафтопродукти зазвичай включає етапи підготовки, первинної та вторинної переробки [22].

Підготовка сирої нафти з надр передбачає усунення механічних домішок, розчинених солей і води, а також стабілізацію її складу. Цей процес здійснюється безпосередньо як на нафтогазових родовищах, так і на нафтопереробних заводах (рис 2.4.).

Первинна переробка сирої нафти полягає в поділі її на окремі фракції (дистиляти), які представляють собою суміш вуглеводнів. Цей етап є виключно фізичним процесом, який не впливає на хімічну структуру сполук у складі нафті. Відповідно до призначення одержуваних дистилятів розрізняють три варіанти прямої гонки:

- паливний процес (отримання різних видів палив);
- паливно-масляний процес (отримання палив і масел);
- нафтохімічний процес (отримання сировини для хімічного виробництва).

Вторинна переробка нафти включає різні процеси переробки нафтопродуктів, отриманих шляхом прямого перегону. Ці процеси

супроводжуються хімічними змінами вуглеводнів, що містяться в нафтопродуктах, і зміною їх природи.

Вторинні процеси нафтопереробки включають різноманітні методи, які класифікуються за різними критеріями:

1. *За призначенням:*

- Процеси для підвищення виходу легкокиплячих фракцій за рахунок висококиплячих, такі як крекінг.
- Процеси для зміни вуглеводневого складу сировини, наприклад, риформінг.
- Процеси синтезу індивідуальних вуглеводнів, наприклад, алкілування.
- Процеси для видалення домішок з нафтопродуктів, наприклад, гідроочищення.

2. *За умовами протікання:*

- Термічні процеси, що відбуваються під впливом високих температур і тисків.
- Каталітичні процеси, що відбуваються під впливом високих температур у присутності каталізаторів.

3. *За станом сировини, що переробляється*:

- Процеси в рідкій фазі.
- Процеси в паровій фазі.

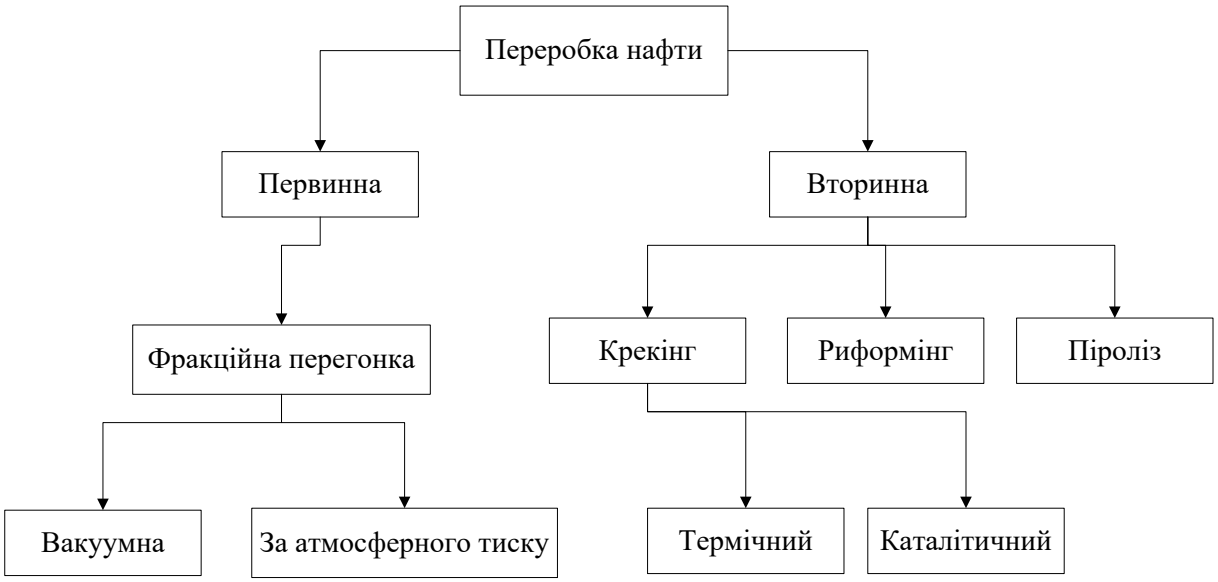

Рис. 2.4 – Схема переробки вуглецевої сировини

Найважливіші вторинні процеси включають наступні стадії: термічний і каталітичний крекінг, риформінг, алкілування, коксування та гідроочищення нафтопродуктів.

2.3. Відомості про технології переробки вуглеводневої сировини

Технологічний процес роботи блоку №1 починається з надходження вуглеводневої сировини на підприємство автомобільним транспортом. На майданчику для автоцистерн проводиться перевірка якості та кількості вуглеводневої сировини, що надходить. Після перевірки сировина зливається з автоцистерни через швидкороз'ємну муфту та фільтр сітчастий у сировинні резервуари.

Зливання може здійснюватися за допомогою насоса автоцистерни, що забезпечує швидке та ефективне переміщення сировини. Після зливання сировина зберігається в трьох наземних горизонтальних циліндричних резервуарах РГС-73 (загальна кількість 3 шт.) при атмосферному тиску. Ці резервуари забезпечують безпечне та надійне зберігання сировини, готуючи її до подальших технологічних процесів переробки.

Виробництво палива котельного рідинного, яке використовуватиметься для транспортних та стаціонарних котельних і технологічних установок, здійснюється за допомогою термічного розкладу та перекачування в контур для досягнення однорідного розчинення добавок у вихідній сировині згідно з розрахованими рецептурами (блок 2). Цей процес включає:

- Використання термічного розкладу для обробки вихідної сировини та добавок.
- Перекачування сировини для забезпечення рівномірності розчинення добавок у сировині.
- Компаундування товарної оливи, відпрацьованих нафтопродуктів, важких нафтових залишків та сумішей вуглеводнів дизельного палива.
- Включення присадок, які покращують процес згоряння палива та інші його експлуатаційні характеристики.

В результаті цього виробничого процесу отримується котельне рідинне паливо, яке придатне для використання в різних котельних та технологічних установках.

Після компаундування отримана продукція подається насосами в резервуари для готової продукції або відвантажується в автомобільні цистерни споживачів або у тарі (блок 3).

Кожен резервуар та пов'язані з ним трубопроводи використовуються для зберігання однієї марки сировини, добавки (полімеру) або готової продукції. Продукція зберігається в дев’яти наземних горизонтальних циліндричних резервуарах РГС-50 (див. рис. 2.2. позначення 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) при атмосферному тиску.

Ця система забезпечує ефективне та надійне зберігання продукції, а також можливість її оперативної доставки споживачам.

Сепаратор нафтопродуктів, виготовлений з поліетилену, має порожнисту будову стінки корпусу і призначений для очищення дощових стоків з територій, на яких можливе забруднення стоків нафтопродуктами, важкими субстанціями (піском, гравієм тощо) та зваженими речовинами.

Процес сепарації нафтопродуктів відбувається під час проходження потоку стічних вод через сепаратор, де відбувається розділення води та нафтопродуктів завдяки різниці в їх щільності. Для підвищення ефективності очищення в сепараторі використовують коалісцентний фільтр, який можна періодично знімати та очищувати. Під час проходження води через фільтр, мікрокраплі нафтопродуктів спливають на поверхню, створюючи шар масла, який необхідно періодично видаляти (блок 4).

Для осадження важких субстанцій (каміння, піску, гравію) сепаратори оснащені камерою-відстійником, в якій ці речовини осідають на дно. Осад необхідно періодично видаляти спецавтотранспортом.

Установки для очищення дощових стоків оснащені системою «бай-пас», яка є обвідним каналом для уникнення переповнення сепаратора стоками. При великих

обсягах дощових стоків система дозволяє збільшити номінальний потік, обходячи сепаратор, щоб уникнути перевантаження.

Господарсько-побутова каналізація самопливом направляється в септик через оглядовий колодязь. У міру накопичення стоки вивозяться спецтранспортом на найближчу зливну станцію.

Дощова каналізація ведеться до очисних споруд нафтовмісних зливових вод, зокрема сепараторів нафтопродуктів моделі SO-10, продуктивністю 10 л/с. Концентрація забруднень у поверхневих стоці перед очищенням становить:

- зважені речовини – 500 мг/л;
- нафтопродукти – 14 мг/л.

Після очищення стоки містять:

- зважені речовини – 3 мг/л;
- нафтопродукти – 0,05 мг/л.

2.4. Опис та прогнозування умовної аварії на комплексі з нафтопереробної сировини

Комплекс з нафтопереробної сировини є об'єктом з високим ризиком аварійних ситуацій через наявність горючих та вибухонебезпечних речовин, а також складні технологічні процеси. Основні можливі аварії на такому об'єкті включають:

1. *Згоряння перемішаних з повітрям газових і парових хмар*:

- Це може статися у відкритому просторі внаслідок витоків або розгерметизації обладнання, що призводить до утворення сумішей повітря з горючими газами чи парами.
- Запобіжні заходи включають моніторинг витоків, встановлення системи вентиляції та вжиття заходів з попередження витоків.

2. *Вибухи парогазових сумішей всередині обладнання*:

- Вибух може статися внаслідок накопичення парогазових сумішей в закритих просторах обладнання, особливо при наявності іскри чи інших джерел запалювання.

- Запобігання включає підтримку обладнання в належному стані, постійний контроль температури та тиску, а також відстеження потенційних джерел запалювання.

3. *Пожежі проливу*:

- Це може статися, коли горючі рідини витікають з обладнання і загоряються.
- Профілактика передбачає забезпечення герметичності обладнання, швидке виявлення витоків, а також оснащення об'єкта системами пожежогасіння.

4. *Утворення і поширення вибухонебезпечних хмар газів і парів*:

- Це може статися в результаті витоків небезпечних речовин з обладнання, які можуть розповсюджуватися і утворювати вибухонебезпечні хмари.
- Запобіжні заходи включають контроль за концентрацією небезпечних речовин у повітрі та забезпечення належної вентиляції.

Сценарій виникнення і розвитку аварій для технологічного блоку №1 (парк зберігання вуглеводневої сировини) наведено на рис.2.5., а також аналіз умов виникнення та розвитку аварійних ситуацій і аварій для блоку № 1 узагальнено в таблиці 2.1.

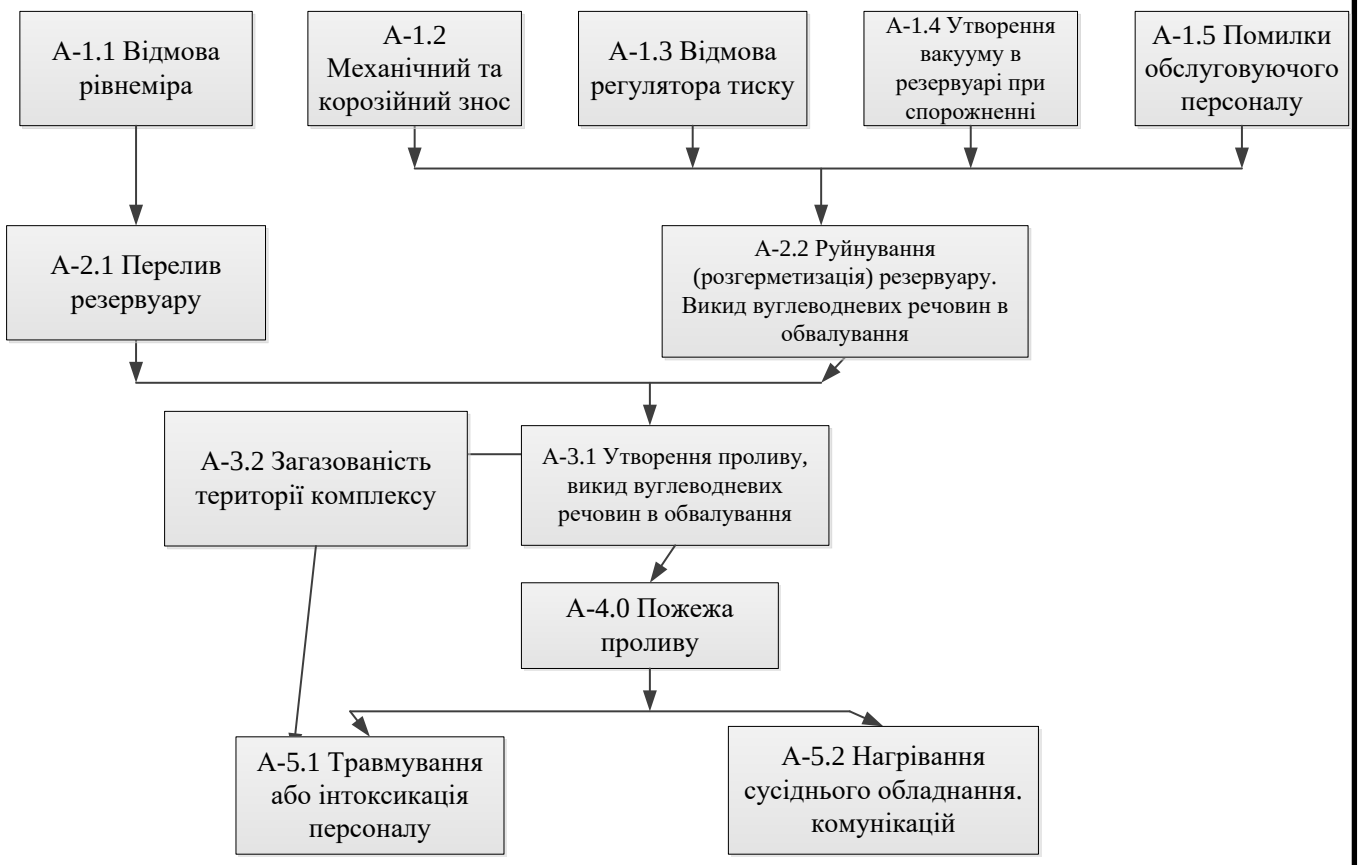

Рис.2.5. - Сценарій виникнення і розвитку аварій для блоку №1 (парк зберігання вуглеводневої сировини)

Таблиця 2.1

Таблиця 2.1 Аналіз умов виникнення та розвитку аварії для блоку № 1 (резервуари 1, 2, 3) загальним об’ємом 220 м^3

Найменування і код стадії	Причина аварійної ситуації і можливі наслідки	Пізнавальні ознаки	Способи локалізації аварії та ліквідації її наслідків	Технічні засоби реалізації
1	2	3	4	5
А – 1.1. Відмова рівнеміра А – 1.2. Механічна або корозійна зношеність А – 1.3.	Причини: механічні пошкодження, корозійний знос (відкладення пірофорних сполук). Забивання, заморожування вогнеперешкоджувачів.	1. Спрацювання світло-звукової сигналізації 2. Тріск обшивки резервуара за рахунок	1. Повідомити про аварію технолога, заст.. директора з виробництва. 2. Викликати ОРС ЦЗ,охорону та медичну	1. Засоби зв’язку. 2. Запірна ручна арматура. 3. Пісок. 4. Засоби індивідуального захисту.

Відмова регулятора тиску А-1.4. Утворення вакууму в резервуарі при спорожненні А-1.5. Помилки обслуговую-чого персоналу А – 2.1. Перелив резервуару А – 2.2. Руйнування і/або розгерметиза ція резервуару А – 3.1. Утворення	Помилкові дії персоналу під час спорожнення резервуара. Невимикання сировинних насосів внаслідок відмови блокування. Несправність системи регулювання температури. Наслідки: утворення проливу, травмування персоналу.	зростання тиску. 3. Підви-щення темпера-тури в резервуарі більш. 4. Візуальні ознаки, характер-ний запах нафто про-дукту.	служби. 3. Припинити прийом нафтопродукту в резервуар; 4. Закрити ручну запірну арматуру на лінії подачі сировини в резервуари. 5. Закрити запірну арматуру на лінії циркуляції від сировинних насосів. 7. Відкачати нафтопродукт з аварійного резервуару в проміжний резервуар; 8. Виключити джерела	

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5
проливу. Викидання вуглеводне-вої речовини в обвалування. А-3.2 Загазова-ність території			запалювання, заходи щодо обмеження руху автотранспорту, поблизу парку і в радіусі можливої зони загазованості. 9. Зібрати пролив з обвалування.	

А – 4.0. Пожежа проливу А – 3.2. Загазованість території А – 5.1. Інтоксикація і травмування персоналу. А-5.2 Нагрівання сусіднього обладнання	Причини: висока температура продукту, поява джерела запалювання. Наслідки: інтоксикація персоналу продуктами горіння, травмування персоналу, пошкодження обладнання та будівель	Полум'я, дим.	1. Викликати ОРС ЦЗ. 2. Закрити ручну запірну арматуру на лінії подачі сировини в резервуари. 3. Для гасіння осередку пожежі застосовувати пісок. 4. Охолоджувати резервуари і споруди, яким загрожує теплове випромінювання за допомогою лафетних стволів. 6. Вживати заходи для попередження нагрівання сусіднього обладнання. 7. Надати першу долікарську допомогу.	1. Засоби зв'язку. 2. Запірна ручна арматура. 3. Пісок. 4. Засоби індивідуального захисту.

2.5. Картка небезпеки резервуара для зберігання вуглеводневої сировини

Перелік ймовірних аварійних ситуацій та аварії на блоці №1 зберігання вуглеводневої сировини. Утворення проливу в обвалуванні в результаті розгерметизації ємності. Причиною розгерметизації може бути підвищення тиск в резервуарі вище атмосферного або розрідження в резервуарі (тиск в резервуарі нижче атмосферного), а також механічний і корозійний знос металу ємності, недостатня щільність рознімних з'єднань, арматури, зовнішні впливи. Утворення

проливу при переповненні ємнісного обладнання. Горіння проливу при наявності джерела запалювання.

Розпізнавальні ознаки аварії:

- Спрацювання світлозвукової сигналізації.
- Візуальні та звукові ознаки руйнування резервуару.
- Візуальні ознаки при проливі, запах нафтопродуктів
- Полум'я, дим, запах

Заходи захисту:

- Своєчасне проведення профілактичних та ремонтних робіт.
- Щозмінний огляд обладнання, виконання графіку планово-профілактичних робіт.
- Усунення накопичення розрядів стичної електрики.
- Усунення утворення іскор тертя та ударів.
- Справність контрольно-вимірювальних приладів і виробничої автоматики.

2.6. Особливості хімічного самозаймання вуглеводневої сировини

Хімічне самозаймання виникає в місці контакту речовин, реагуючих з виділенням тепла. У залежності від характеру окислювача, який вступає в реакцію з горючим матеріалом, цей вид самозаймання можна поділити на самозаймання при контакті з киснем повітря, при контакті з водою і при контакті з хімічним окислювачем [23].

Регенерація сірки, що використовується і на нафтопереробних заводах, і в установках що переробляють природний газ, перетворює побічний продукт, що містить сульфід водню (H_2S), кислий газ, який переходить в елементарну сірку. На початкових етапах переробки сирої нафти з високим вмістом сірки або газу технологічні і паливні гази, що містять значну кількість H_2S, очищаються в розчині нерегенерованого аміну, щоб поглинути компоненти сірки. Наступним кроком H_2S десорбується для подачі, або сировинного газу в установку з

вилучення сірки, або очищений H_2S може бути спалений у факелі або на установках, де сірка не відновлюється.

Сірководневі солі заліза (сульфіди FeS, FeS_2, Fe_2S_3) здатні хімічно самозайматися при контакті з повітрям. Це явище може бути причиною виникнення пожежі.

Механізм виникнення сульфідів заліза в резервуарах і технологічних апаратах залежить від температурних умов. Якщо температура в апараті вище за температуру дисоціації сірководню - 583 К, сульфіди заліза утворяться при взаємодії заліза з елементарною сіркою, що вийшла внаслідок розкладання сірководню або інших сірчистих сполук.

$$2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$$

Сірка, що виділилася, осідаючи на стінках апаратури, взаємодіє із залізом:

$$Fe + S = FeS$$

Піроформе залізо утворюється і при температурах нижче 300 °С при тривалому контакті окислених залізних поверхонь при зберіганні нафти, в якій міститься сірководень. При цьому сірководень впливає не на залізо, а на продукти його корозії, протікають реакції типу

$$Fe_2O_3 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 3H_2O$$
$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 6\ H_2O + Q$$

Причиною самозаймання всіх сульфідів є їх здатність окислюватися киснем повітря при звичайній температурі. Піроформий осадок може накопичуватися на поверхнях апарату і при їх оголенні (наприклад при зливі нафтопродукту) контактувати з повітрям. При цьому протікають реакції окислення піроформого заліза киснем повітря, які супроводжуються значним тепловиділенням. Горіння піроформого заліза, в своїй суті безпечно, але його тепловиділення викликає самозаймання пари горючих рідин в об'ємі резервуара.

Профілактика процесів самозаймання пірофорних осадків в технологічному обладнанні і резервуарних парках - одна із задач, що вирішуються інспекторським складом ДПО на об'єктах хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної промисловості.

Боротьба з самозайманням сульфідів заліза ведеться різними методами [24]:

1. очищення від сірководню продукту, що зберігається; при цьому не будуть утворюватися сульфіди заліза;
2. обробка антикорозійним покриттям внутрішньої поверхні апаратури, при цьому не буде відбуватися контакт сірковмісних речовин з залізом;
3. продувка апаратури парою або продуктами горіння, для витіснення з обладнання пари горючих рідин та кисню;
4. заповненням апаратури водою і повільним спуском її для запобігання утворення горючого середовища всередині обладнання.

Розділ 3. СУЧАСНІ МЕТОДИКИ РОЗРАХУКНІВ ПОЖЕЖОВИБУХО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОПЕРЕРОБНОЇ СИРОВИНИ

3.1. Розрахунок матеріального балансу процесу горіння складних конденсованих матеріалів (нафти)

Складний конденсований матеріал – це суміш речовин у рідкому або твердому стані, що має хімічний склад, який не можна виразити хімічною формулою. Це такі речовини як деревина, торф, сланці, нафта, нафтопродукти тощо. Склад таких речовин, зазвичай, виражають масовими частками або відсотковим вмістом хімічних елементів.

Проведемо розрахунки для наземного резервуарного парку в якому зберігається 220 кг нафти такого складу: С – 84,8 мас. %; Н – 14,5 мас. %; О – 0,5 мас. %; S – 0,1 мас. %, вологи W = 0,1 мас. %. Горіння відбувалося за нормальних умов з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha = 1{,}8$. Температура продуктів горіння дорівнювала 1120 °С.

Розраховуємо питомий теоретичний об'єм повітря, необхідний для повного згоряння нафти за формулою:

$$v_{пов}^{0} = \frac{4{,}76 \cdot V_{\mu}}{4 \cdot 100}\left(\frac{\varphi_C}{3} + \varphi_H - \frac{\varphi_O - \varphi_S}{8}\right) =$$

$$= \frac{4{,}76 \cdot 22{,}4}{4 \cdot 100}\left(\frac{84{,}8}{3} + 14{,}5 - \frac{0{,}5 - 0{,}1}{8}\right) = 11{,}38 \text{ м}^3/\text{кг}$$

2. Розраховуємо питомий дійсний об'єм повітря з урахуванням надлишку повітря:

$$v_{пов} = \alpha \cdot v_{пов}^{0} = 1{,}8 \cdot 11{,}38 = 20{,}84 \text{ м}^3/\text{кг}$$

3. Визначаємо повний дійсний об'єм повітря, необхідний для згоряння 220 кг нафти:

$$v_{пов} = 20{,}84 \cdot 220 = 4585 \text{ м}^3$$

4. Визначаємо питомий теоретичний об'єм продуктів горіння за нормальних умов,

враховуючи масові частки елементного складу матеріалу і коефіцієнти табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Питомий теоретичний об’єм продуктів горіння нафти

Елементи речовини	Масова частка	Об’єм продукту згоряння, $м^3 \cdot кг^{-1}$			
		CO_2	H_2O	SO_2	N_2
карбон С	0,848	0,848·1,87	–	–	0,848·7,0
гідроген Н	0,145	–	0,145·11,2	–	0,145·21,1
сульфур S	0,001	–	–	0,001·0,7	0,001·2,63
оксиген О	0,005	–	–	–	0,005·(-2,63)
волога W	0,001	–	0,001·1,24	–	–
Всього	1,0	1,586	1,625	0,0007	8,984

5. Розраховуємо питомий теоретичний об’єм продуктів горіння:

$$v_{пг}^0 = 1{,}586 + 1{,}625 + 0{,}0007 + 8{,}984 = 12{,}196 \text{ м}^3/\text{кг}$$

6. Розраховуємо питомий та повний дійсний об’єми продуктів горіння, що утворюються з урахуванням надлишку повітря за умови повного згоряння 220 кг нафти:

$$v_{пг} = v_{пг}^0 + (\alpha - 1) \cdot v_{пов}^0 = 12{,}196 + (1{,}8 - 1) \cdot 11{,}38 = 21{,}3 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{пг} = 21{,}3 \cdot 220 = 2692{,}2 \text{ м}^3$$

7. Розраховуємо об’єм продуктів горіння за температури горіння:

$$V_{пг}^{T_{гор}} = \frac{V_{пг}^{T_0} \cdot T_{гор} \cdot P_0}{T_0 \cdot P_{пг}} =$$

$$= \frac{2392{,}2 \cdot 1393 \cdot 101{,}3}{273 \cdot 101{,}3} = 12206{,}3 \text{ м}^3$$

8. Розраховуємо вміст пари води у продуктах горіння, використовуючи питомий об’єм продуктів згоряння за формулою :

$$\varphi_{H_2O} = \frac{1{,}625 \cdot 100}{21{,}3} = 7{,}62\ \%$$

При згорянні 220 кг нафти витрачається 4585,0 м^3 повітря та виділиться 12206,3 м^3 продуктів горіння за температури 1120 ºС, вміст води у продуктах горіння дорівнює 7,62 %.

3.2. Прогнозування розмірів зон, що обмежені нижніми концентраційними межами поширення полум'я

Розміри зон, що обмежені нижніми концентраційними межами поширення полум'я (НКМПП) при аварійному виході парів у відкрити простір з нерухомим повітряним середовищем (тобто, при швидкості менше 1,0 м/с, інакше пароповітряна хмара буде розсіяна), визначена у відповідності до методу наведеного у [25].

Радіус ($R_{НКПР}$) зони, що обмежує НКМПП при випаровуванні сировини (готової продукції), що обмежує область концентрації, які перевищують НКМПП, при випаровуванні газового конденсату з поверхні розливу визначали за формулою:

$$R = 7{,}8 \cdot \left(\frac{m_{\text{р}}}{\rho_{\text{п}} \cdot C_{\text{НКМРП}}}\right)^{0{,}33}$$

де $C_{\text{НКМПП}}$ = 1 % (об.) – НКМПП газового конденсату;

Інтенсивність випаровування газового конденсату у відкритому просторі:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_s, \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{47} \cdot 66{,}6 = 4{,}56 \cdot 10^{-4}\ \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}),$$

де P_s – тиск насичених парів газового конденсату при максимальній температурі продукту при зберіганні t_{max} = 20 °С, що поступає до відкритого простору, кПа.

Маса рідини, що розлилася при руйнуванні резервуару (РГС-73):

$$m_{\text{рід}} = 0{,}95 \cdot V_{\text{р}} \cdot \rho_t, \text{кг}$$

$$m_{\text{рід}} = 0{,}95 \cdot 73 \cdot 870 = 60334{,}5 \text{ кг}$$

де $V_{\text{р}}$ – об'єм резервуару (РГС-50), м^3;

ρ_t – щільність рідини, кг/м^3.

Площа розливу у разі розливу, визначається (у разі відсутності довідникових даних) виходячи з розрахунку, що 1 л сумішей та розчинів, які містять 70% і менше (по масі) розчинників, розливається на площі 0,5 м^2, а інших рідин – на 1 м^2.

У разі руйнування резервуару об'єм розливу рідини, що виходить з нього дорівнює:

$$V_{\text{розл.}} = 69350 \text{ л}$$

Таким чином, при виході рідини із зруйнованого резервуару площа розливу буде дорівнювати 69350 м^2. Площа обвалування, яким огороджений резервуарний парк становить 1375 м^2. Таким чином, площа розливу рідини буде дорівнювати 1375 м^2.

Маса парів рідини, що виходить до відкритого простору дорівнює:

$$m_{\text{р}} = W \cdot F_{\text{в}} \cdot \tau, \text{кг}$$

$$m_{\text{р}} = 4{,}56 \cdot 10^{-4} \cdot 1375 \cdot 3600 = 2257{,}2 \text{ кг}$$

де $F_{\text{в}}$ – площа випаровування, м^2;

τ=3600 с – тривалість виходу парів рідини до відкритого простору.

Щільність парів рідини дорівнює:

$$\rho = \frac{M_{\text{п}} \cdot 273}{V_0 \cdot (273 + t_{\text{р}})}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho = \frac{47 \cdot 273}{22{,}41 \cdot (273 + 20)} = 1{,}95 \text{ кг/м}^3$$

(де $M_{\text{п}}$ = 47 кг/кмоль – молярна масса рідини; V_0 = 22,41 м^3/кмоль).

Тоді радіус $R_{НКМПП}$ зони, що обмежує область концентрацій, що перевищують НКМПП, при випаровуванні горючої рідини з поверхні розливу при аварійному руйнуванні РГС-73:

$$R = 7{,}8 \cdot \left(\frac{2257{,}2}{1{,}95 \cdot 1}\right)^{0{,}33} = 79{,}9 \text{ м.}$$

З урахуванням того, що характеристики газового конденсату, який використовується в якості сировини, можуть змінюватися, радіус загазованості також має перемінний характер. Характер змін радіусу загазованості наведені на рис. 3.1.

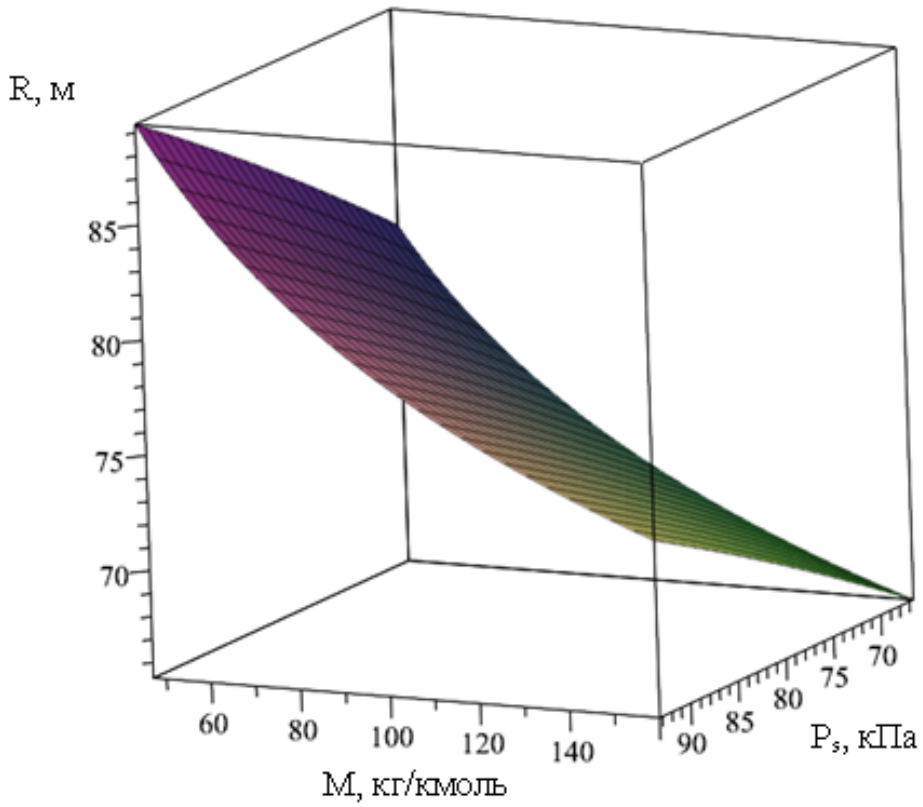

Рис. 3.1. - Зміна радіусу загазованості в залежності від фізичних характеристик газового конденсату

3.3. Оцінка небезпеки технологічного блоку зберігання вуглеводневої сировини

Технологічний блок зберігання вуглеводневої сировини у ТОВ "Кривбаснафтопродукт" становить потенційну небезпеку через ризики, пов'язані зі зберіганням, обробкою та транспортуванням горючих речовин. Оцінка небезпеки блоку передбачає аналіз фізико-хімічних властивостей сировини, стану інфраструктури, ризиків витоку та самозаймання, а також розробку процедур безпеки та заходів з мінімізації ризиків для забезпечення безпечної роботи об'єкта. Крім того, необхідно врахувати розміри можливих зон дії вражаючих чинників аварії, таких як вибухи, пожежі або витоки, які можуть мати серйозні наслідки для навколишнього середовища та персоналу (таблиця 3.2.) [26,27].

Таблиця 3.2.

Розміри можливих зон дії вражаючих чинників аварії

Характеристика можливих аварійний ситуацій і аварій					Наслідки аварій				
					Наслідки для людей		Наслідки для будівель і споруд		Безпечна відстань, м
Подія, що розгляд-дається	M, т	D, м	t, год.	Рі-вень аварії	Радіус зони ураження, м				
					Ле-тальні наслід-ки (R_1)	Трав-мува-ння (R_2)	Руй-ну-вання в радіус і (R_3), м	Пош-кодже-ння в радіусі (R_4), м	
Пожежа проливу	2,26	41,8	1	А, Б*	16	56	10	106	Більше 56

***** На рівні "А" аварія характеризується розвитком аварії в межах одного виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці), яке є структурним підрозділом підприємства.

На рівні "Б" аварія характеризується переходом за межі структурного підрозділу і розвитком її в межах підприємства.

3.4. Прогнозування розмірів зон ураження при швидкому згорянні пароповітряної суміші у відкритому просторі

Контакт горючої газоповітряної суміші, що утворюється внаслідок випаровування газового конденсату з технологічного обладнання в відкритому просторі, з потужним джерелом запалювання може призвести до її згоряння. Це супроводжується виникненням надлишкового тиску та хвилі тиску, що може спричинити загибель людей та пошкодження сусіднього обладнання, споруд і будівель.

Очікуваний режим згоряння хмари залежить від класу горючої речовини і ступеня захаращеності навколишнього простору. За ступенем чутливості до порушення вибухових процесів газовий конденсат (прирівняний до бензину) відноситься до 3 класу (середньочутливі речовини, розмір детонаційної чарунки лежить в межах 0,1-0,4 м), для якого коригувальний параметр при розрахунку питомої енерговиділення β=1,0.

Навколишній простір відноситься до класу IV (незахаращених простір без напівзамкнутих обсягів з невисокою щільністю розміщення будівель, споруд, обладнання).

Швидкість фронту полум'я при згорянні хмари визначали за формулою:

$$u = k_2 \cdot m_{\text{р}}^{\frac{1}{6}}$$

де $k_2 = 26$ – константа; M – маса горючої речовини, що знаходиться в хмарі.

Очікуваний режим згоряння хмари (5 клас) визначено в залежності від класу горючої речовини та класу захаращеності простору з урахування швидкості фронту полум’я.

Безрозмірна відстань розраховується за формулою:

$$R_x = \frac{R}{(E/P_0)^{0,333}}$$

де R – відстань від центру хмари, м;

$E = 0,1 \cdot m_в \cdot E_{пит}$ – ефективний енергозапас суміші при $C_г \leq C_{ст}$, Дж (в даному випадку $C_г = C_{НКМПП}$);

$C_{ст}$ – стехіометрична концентрація, % (об.);

$E_{пит} = \beta \cdot E_{пит0}$ – питоме енерговиділення, Дж;

$E_{пит0}$ – питома теплота згоряння речовини, Дж;

P_0 – атмосферний тиск, Па.

Величини безрозмірного тиску P_{x1} та імпульсу фази стиснення I_{x1} визначали за нижченаведеними формулами.

Безрозмірний тиск:

$$P_{x1} = \left(\frac{u^2}{C_0^2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma}\right) \cdot \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2}\right)$$

Імпульс фази стиснення:

$$I_{x1} = W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left(\frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3}\right)$$

$$W = \frac{u}{C_0} \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma}\right);$$

де σ = 7 – ступінь розширення продуктів згоряння; При R_x < 0,34 в вищенаведені формули замість R_x підставляли 0,34.

Надлишковий тиск:

$$\Delta p = P_{x1} \cdot p_0$$

Імпульс фази стиснення:

$$I^{+} = \frac{I_{x1} \cdot p_0^{0,667} \cdot E^{0,333}}{u}$$

Наслідки впливу надлишкового тиску вибуху на людей, будівлі і споруди наведені в табл. 3.3 і 3.4.

Результати розрахункового визначення параметрів хвилі тиску представлені на рис. 3.2.

Таблиця 3.3.

Наслідки впливу надлишкового тиску

№	Ступінь ураження	Тиск, кПа
1.	Повне руйнування будівель	100
2.	50%-ве руйнування будівель	53
3.	Середнє пошкодження будівель	28
4.	Помірні пошкодження будівель повреждения (пошкодження внутрішніх перегородок, рам, дверей та ін.)	12
5.	Нижній поріг пошкодження людини хвилею тиску	5
6.	Малі пошкодження (зруйновано частина скління)	3

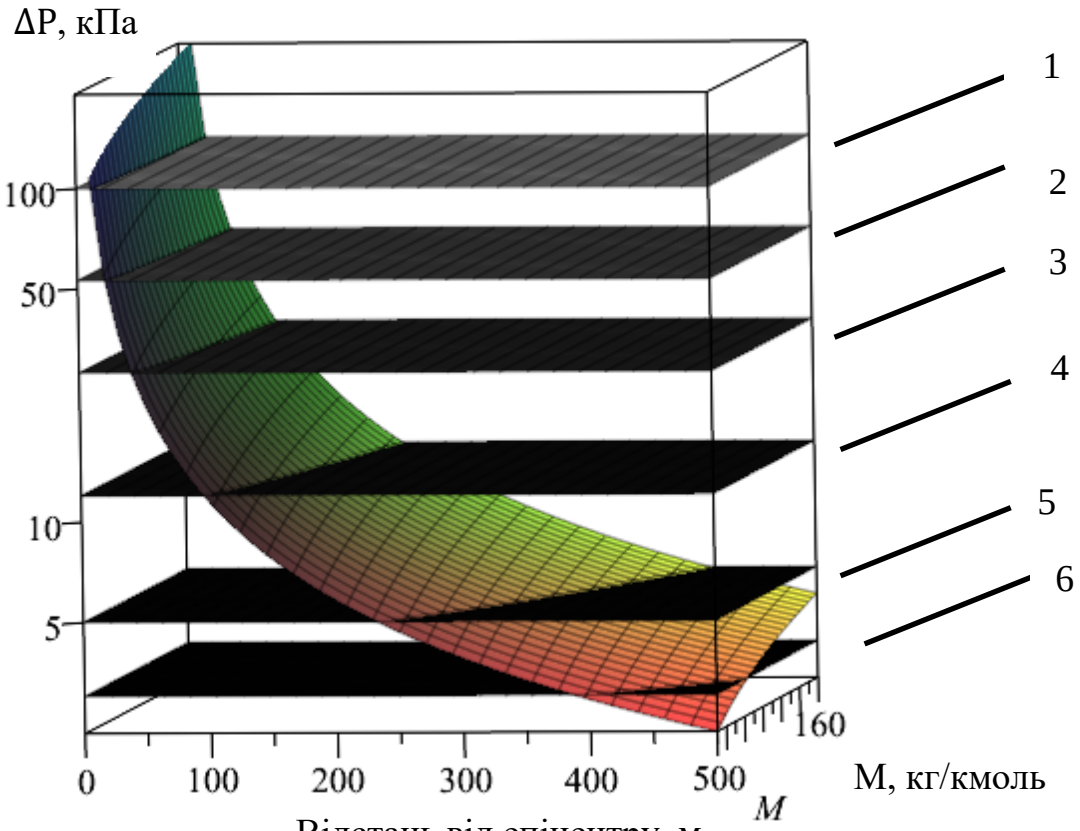

Рис. 3.2. - Залежність надлишкового тиску при швидкому згоранні пароповітряної суміші від молекулярної маси газового конденсату та відстані до геометричного центру горючої хмари. 1-6 – критичний тиск ступеню ураження відповідно до табл. 3.3.

Таблиця 3.4.

Наслідки впливу ударної хвилі на людину

Наслідки впливу	Надлишковий тиск, кПа
1	2
Люди, що знаходяться в неукріплених будівлях, загинуть в результаті прямого ураження ударною хвилею, під руїнами будівель або внаслідок удару об тверді предмети	190
Найбільш ймовірно, що всі люди, що знаходяться в неукріплених будівлях, або загинуть, або отримають серйозні пошкодження в результаті дії вибухової хвилі, або при обваленні будівлі або переміщенні тіла вибуховою хвилею	69–76

Люди, що знаходяться в неукріплених будівлях, або загинуть або отримають серйозні пошкодження барабанних перетинок і легенів під дією вибухової хвилі, або будуть уражені осколками і руїнами будівлі	55
Обслуговуючий персонал отримає серйозні пошкодження з можливим летальним результатом в результаті ураження осколками, руїнами будівлі, предметами, що горять та ін.	24
Існує 10%-ва ймовірність розриву барабанних перетинок	
Можлива тимчасова втрата слуху або травми в результаті вторинних ефектів вибухової хвилі, таких, як обвалення будівель, і третинного ефекту переносу тіл. Летальний результат або серйозні пошкодження від прямого впливу вибухової хвилі малоймовірні	16
З високою надійністю гарантується відсутність летального результату або серйозних ушкоджень. Можливі травми, пов'язані з руйнуванням стекол і пошкодженням стін будівлі	5,9–8,3

Графіки інтенсивності теплового випромінювання при горінні розливу нафти при повній розгерметизації резервуара і пожежі РГС-73 представлені на рис. 3.3.

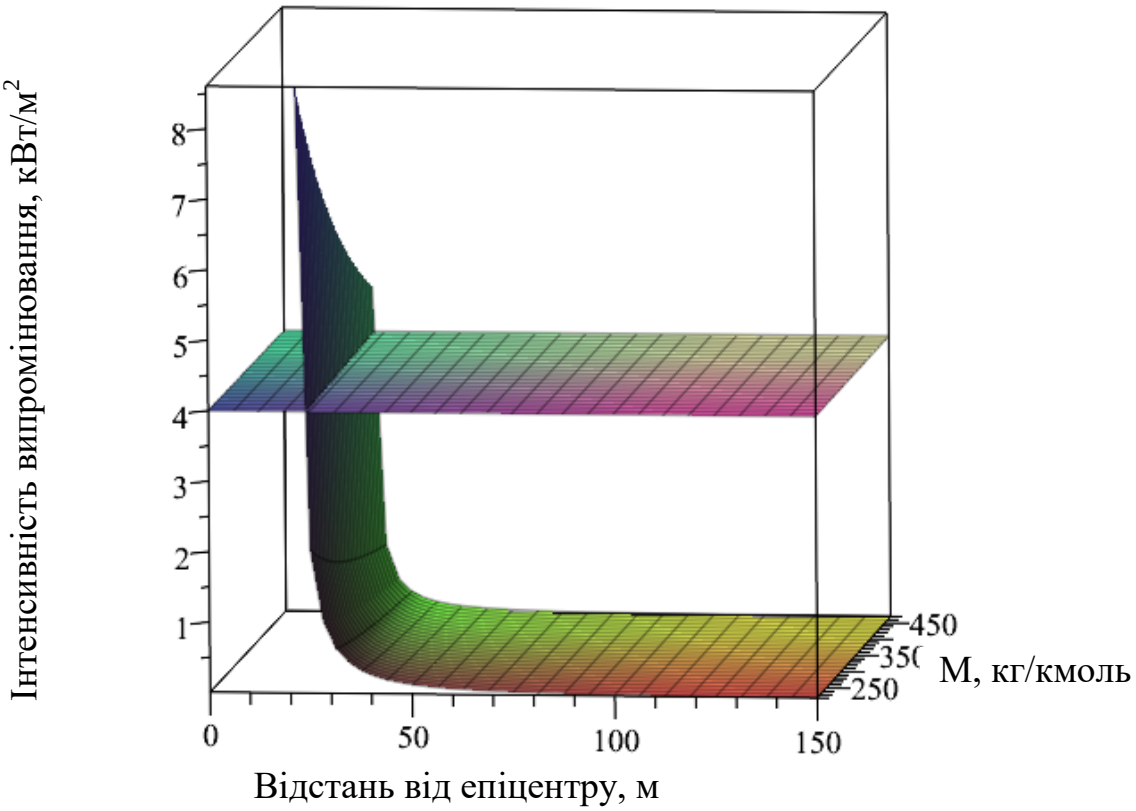

Рис. 3.3. - Залежність інтенсивності теплового випромінювання пожежі розливу нафти від молекулярної маси та відстані до геометричного центру розливу

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Основні положення безпечних умов праці

Охорона праці на будь-якому підприємстві є обов'язковим елементом забезпечення безпеки працівників. Це включає систему законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на створення безпечних умов праці та збереження здоров'я та працездатності працівників.

Згідно з Законом України “Про охорону праці”, державна політика в галузі охорони праці базується на 10 основних принципах [28]:

1. Пріоритет життя і здоров'я працівників та відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці. При будь-якій модернізації виробництв та розробці новітніх технологічних процесів першочергово розглядається вплив цих змін на життя і здоров'я працівників. Економічна вигода не повинна суперечити охороні праці.

2. Підвищення рівня промислової безпеки через технічний контроль за станом виробництв, технологій та продукції, а також допомога підприємствам у створенні безпечних умов праці.

3. Комплексний підхід до розв'язання завдань охорони праці на основі державних, галузевих та регіональних програм, враховуючи інші напрями економічної та соціальної політики, досягнення науки і техніки та захист довкілля.

4. Соціальний захист працівників та повне відшкодування шкоди особам, що постраждали від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

5. Встановлення єдиних стандартів охорони праці для всіх промислових підприємств і бізнес-структур незалежно від їхньої форми власності та виду діяльності.

6. Підлаштування робочих процесів під можливості працівників, враховуючи їхнє здоров'я та психологічний стан. Це включає створення робочих місць для інвалідів та осіб з обмеженими можливостями.

7. Застосування сучасних економічних методів управління охороною праці, безпосередня участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, а також залучення добровільних внесків та інших надходжень, якщо це не суперечить законодавству.

8. Інформування громадян, навчання, професійна підготовка та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.

9. Координація діяльності державних установ, організацій, об'єднань громадян щодо питань охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співпраця та консультації між роботодавцями і працівниками (їхніми представниками) на місцевому та державному рівнях при обговоренні та прийнятті рішень щодо охорони праці.

10. Використання міжнародного досвіду в організації роботи з покращення умов та підвищення безпеки праці через міжнародне співробітництво є важливим для України. Участь у діяльності міжнародних організацій вимагає від країни вивчення закордонного досвіду в галузі охорони праці, що сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки, зменшенню випадків травм і професійних захворювань на підприємствах різних галузей, а також підвищенню ефективності управління та контролю в цій сфері.

4.2. Вимоги безпеки праці на нафтопереробному підприємстві

Нафтопереробні підприємства є потенційно небезпечними місцями роботи, тому важливо дотримуватися вимог безпеки праці, щоб захистити працівників від можливих ризиків і запобігти аваріям [29].

Перед початком роботи на підприємстві з переробки вуглеводневої сировини необхідно :

1. Одягти відповідний спецодяг та спецвзуття, передбачені нормами, та перевірити наявність і справність засобів індивідуального захисту.

2. Перевірити стан резервного обладнання, контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматики та пожежогасіння, а також наявність необхідних запчастин та допоміжних матеріалів. Ознайомитися з вахтовим журналом, де зазначені записи та вказівки щодо роботи.

3. Забезпечити робочі місця інструментом, азбестовим шнуром, прокладками, сальниковими матеріалами, дрібними запчастинами, обтиральними матеріалами, лопатами, гачками для кришок колодязів та засувок.

4. Оформити наряд-допуск на роботи підвищеної небезпеки за потреби.

5. Перед доступом до робочих зон у каналізаційних колодязях для ремонтних робіт переконатися, що концентрація парів нафтопродуктів не перевищує допустимі межі за результатами аналізу повітря. При необхідності забезпечити інтенсивне провітрювання свіжим повітрям та контролювати ефективність вентиляції повторними аналізами.

Після закінчення роботи:

1. Оглянути обладнання та підготувати робочі місця для передачі наступній зміні. Підтвердити прийом і здачу зміни в оперативному журналі, зазначивши зауваження щодо роботи обладнання та споруд.

2. Після проведення робіт у колодязях переконатися, що там не залишилися люди, інструменти або матеріали, перш ніж закривати кришки.

3. Якщо роботи належали до категорії робіт підвищеної небезпеки, закрити наряд-допуск.

4. Після закінчення роботи переодягнутися та ретельно вимити обличчя й руки теплою водою з милом, прийняти душ. Зберігати спецодяг і спецвзуття окремо від особистого одягу в спеціальних шафах.

4.3. Чисельність та кваліфікація персоналу на комплексі з переробки вуглеводневої сировини

Чисельність персоналу визначається характером, масштабами, складністю, трудомісткістю виробничих процесів, ступенем їх механізації, автоматизації, комп'ютеризації, рівнем організації праці тощо. Ці фактори обумовлюють нормативну або планову чисельність персоналу [30].

Виробничий процес забезпечує обслуговуючий персонал, зі штатного розкладу, приведеного в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Дані про чисельність та кваліфікацію персоналу

№ з/п	Посада	Кіль-кість змін на добу	Кількість працівників в зміні	Кількість бригад	Стать
1.	Заступник директора по виробництву	1	1	-	чол.
2.	Технолог	1	1	-	чол.
3.	Майстер	1	1	-	чол.
4.	Оператор установки	2	2	4	чол.
5.	Лаборант хімічних аналізів	2	1	2	жін.
6.	Слюсар – електрик	1	1	-	чол.
7.	Охоронець	1	1	4	чол..
Всього			18 чол.		

До штату підприємства входить 18 працівників. На підприємстві розроблена документація:

- посадова інструкція директора підприємства;
- посадова інструкція технолога;
- посадова інструкція інженера з охорони праці, головного енергетика – механіка;

Інструкції з ОП:

- інструкція з ОП для операторів установки;
- інструкція з ОП для електрика;
- інструкція з ОП електрозварника (газозварювальника);
- інструкція з ОП при обслуговуванні вантажопідйомних кранів;
- інструкція з ОП для водіїв;
- інструкція з ОП для працюючих на висоті;
- інструкція з ОП для водіїв при зливанні/наливанні цистерн вуглеводневою сировиною;
- інструкція з ОП для лаборантів лабораторії.

4.4. Характеристика небезпечних речовин

Сировиною для виробництва є нафта, газовий конденсат, суміш вуглеводнів одержана з нафти, газового конденсату або їх сумішей, відпрацьовані оливи, мазут та присадки.

Характеристики небезпечних речовин, що використовуються при виробництві палива котельного рідинного, наведені в таблицях 4.2.та 4.3.

Таблиця 4.2

Вихідна сировина

№	Найменування сировини	Нормативний документ
1	2	3
1.	Нафта для нафтопереробних підприємств або інші нафти та	ДСТУ 4454:2005 або аналогічна за властивостями і якісними показниками

	продукти переробки нафти	інша сировина згідно з чинною нормативною документацією або отриманий по імпорту за наявності дозвільних документів [31].

Продовження таблиці 4.2.

1	2	3
2.	Газовий конденсат	ДСТУ 4896:2007 або аналогічна за властивостями і якісними показниками інша сировина згідно з чинною нормативною документацією або отриманий по імпорту за наявності дозвільних документів [32].
3.	Мазут (кубовий залишок)	ДСТУ 4058-2001або аналогічна за властивостями і якісними показниками інша сировина згідно з чинною нормативною документацією або отриманий по імпорту за наявності дозвільних документів [33].
4.	Суміш вуглеводнів (компонент дизельного палива) одержана з нафти, газового конденсату або їх сумішей	ДСТУ 8698:2016, або аналогічна за властивостями і якісними показниками сировина згідно з чинною нормативною документацією або отриманий по імпорту за наявності дозвільних документів [34].
5.	Олива ПОД	ДСТУ 4106-2002[35].
6.	Олива технічна спрацьована або нафтопродукти спрацьовані	ДСТУ ГОСТ 21046:2019 або аналогічна за властивостями і якісними показниками інша сировина згідно з чинною норм пивною документацією

		[36].
7.	Присадки : • диспергатори (OFI 7669); • депресори (OFI 5725);	ДСТУ 5094:2008 . Виробництво фірми «Innospec» (Німеччина) згідно з чинною нормативною документацією

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
8.	• каталізатори згорання (Octapower CA 21501ЛЧ, CA 2200LN, Octamar CP33500LN); • інгібітори корозії (Octapower C1 9150LN); • диспергатор-стабілізатор (Octapower DS 9100; • диспергатор-стабілізатор (Octamar BT-8 Plus) • поглинач сірководню (SulfurPurge)	виробництва фірми Innospec за наявності дозвільних документів [37].

Таблиця 4.3.

Фізико-хімічні властивості фракції мазуту

№ з/п	Показники	Параметр	
		Марка М-40	Марка М-100
1	2	3	
1	Назва речовин	мазут	
2	Склад	Суміш вуглеводнів	
3	Загальні дані:		
3.1	густина при 20°С, кг/м^3, не більше	890	995

4	Пожежовибухонебезпечні властивості	Горюча рідина	
4.1	Температура спалаху °С, не ниже	90	110
4.2	Температура самозаймання, ^{o}С	350	
5	Токсичні небезпеки	4 клас небезпеки	

Продовження таблиці 4.3

1	2	3
5.1	ГДК в повітрі робочої зони, мг/м^3	300
6	Реакційна здатність	При нормальних умовах стабільна, в воді не розчиняється, з водою не взаємодіє
7	Запах	Специфічний
8	Корозійний вплив	Корозійно активний, ступінь впливу визначається концентрацією сірковмісних домішок.
9	Характер впливу на організм людини	Не здатний до кумуляції, не проникає через пошкоджені шкірні покриви, не викликає підвищеної чутливості організму і посиленого зростання тканин.
10	Індивідуальні засоби захисту	Фільтруючі проти гази з коробкою марки «БКФ», А.
11	Методи переводу речовини в нешкідливий стан (нейтралізації)	Збір невеликих проливів піском, з подальшим його видаленням.
12	Заходи до лікарняної допомоги постраждалим	Свіже повітря.
13	Заходи безпеки	Герметизація обладнання, автоматичний аналіз повітря робочої зони, приточно-витяжна вентиляція

		в робочих приміщеннях, електрообладнання у вибухобезпечному виконанні, заземлення всього обладнання, засоби індивідуального захисту органів дихання.

ВИСНОВКИ

1. Нафтопереробна промисловість є важливою складовою економіки України, однак вона характеризується високим ризиком виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Аналіз стану нафтопереробної промисловості у 2023 році виявив, що галузь стикається з численними викликами, включаючи старіння інфраструктури, зростаючу конкуренцію на світовому ринку, обмежені інвестиції в модернізацію, а також негативні наслідки військової агресії.

Огляд аварій на підприємствах з переробки вуглеводневої сировини показав, що більшість інцидентів спричинені несправностями обладнання, помилками операційного персоналу, недотриманням правил безпеки або наслідками військових дій. Це свідчить про необхідність посилення контролю за технологічними процесами та підвищення кваліфікації працівників.

У цілому, для забезпечення безпечної експлуатації підприємств нафтопереробної промисловості необхідно підвищити рівень безпеки, впроваджувати сучасні технології, а також проводити регулярні навчання та тренування персоналу. Також важливо здійснювати постійний моніторинг стану обладнання та систем безпеки, щоб своєчасно виявляти та усувати потенційні загрози, включаючи ті, які пов’язані з військовою агресією.

2. Розробка плану реагування на надзвичайну ситуацію, пов'язану з переробкою вуглеводневої сировини, передбачає всебічне оцінювання комплексів та технологій, зокрема, загальні процеси переробки, особливості аварійних ситуацій, картки небезпеки та ймовірність хімічного самозаймання. Такий план допоможе мінімізувати наслідки потенційних ризиків, забезпечивши ефективне реагування на інциденти та максимальну безпеку персоналу й довкілля.

Вуглеводнева сировина може бути схильна до самозаймання через хімічну активність і накопичення тепла. Таке явище може призвести до серйозних інцидентів, тому важливо розробити заходи запобігання та реагування, щоб контролювати та зменшити ризики самозаймання. Профілактичні заходи включають контроль температури, вологості та умов зберігання, а також регулярні перевірки та технічне обслуговування обладнання.

3. Сучасні методики розрахунку пожежовибухонебезпечних факторів на об'єктах нафто- та газопереробної промисловості мають критичне значення для забезпечення безпеки працівників і навколишнього середовища. Вони дозволяють оцінювати та мінімізовувати ризики, пов'язані з обробкою та зберіганням вуглеводневих матеріалів, і прогнозувати можливі небезпечні ситуації. Такі методики допомагають визначити потенційні зони горіння та ураження при різних сценаріях, що дозволяє приймати превентивні заходи для зменшення ризиків та підвищення безпеки на об'єктах.

4. Охорона праці на нафтопереробному підприємстві є критично важливим аспектом, що впливає на ефективність виробництва, здоров'я та безпеку працівників, а також на екологічну безпеку навколишнього середовища. Забезпечення співробітників необхідним навчанням з охорони праці, регулярним контролем безпечних методів роботи та підтримкою високого рівня кваліфікації персоналу сприяють мінімізації ризиків травм і інцидентів. Дотримання вимог щодо зберігання та поводження з небезпечними речовинами є основою для підтримки стабільного та безпечного виробничого процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мохова Ю.Л. Особливості державного управління нафтопереробною галуззю в Україні. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2016. № 12. С. 198 – 210. URL: http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1016 (дата звернення: 01.03.2024).

2. Як змінювалися обсяги видобутку нафти в Україні. – URL: https://www.slovoidilo.ua/2021/10/11/infografika/ekonomika/yak-zminyuvalysya-obsyahy-vydobutku-nafty-ukrayini (дата звернення: 01.03.2024).

3. Завгородній Р.В. Сучасний стан та проблеми забезпечення ресурсоспоживання в нафтогазовому секторі економіки України. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*. 2019. № 4. С. 162 – 166.

4. Кібальник А., Клименко В. Перспективны напрями економічної інтеграції України в ЄС. *Політичні трансформації сучасного суспільства* : збірка матеріалів IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава : ПДАУ, 2023. С. 181–184.

5. Про внесення змін до Конституції України (щодо стратегічного курсу держави на набуття повноправного членства України в Європейському Союзі та в Організації Північноатлантичного договору) : Закон України від 07.02.2019 р. № 2680-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2680-19#Text (дата звернення: 02.03.2024).

6. Григоров А.Б., Шевченко К.В., Сінкевич І.В. Використання вторинної сировини у виробництві палива : монографія. Тернопіль : Видавництво «Крок», 2023.127 с.

7. Спецматеріал: Нафтогаз: підсумки 2023 року: веб-сайт. URL: https://expro.com.ua/statti/specmateral-naftogaz-pdsumki-2023-roku (дата звернення: 03.03.2024).

8. Рекордне збільшення видобутку газу на 13% в умовах війни : веб-сайт. URL: https://bastion.tv/rekordne-zbilshennya-vidobutku-gazu-na-13-v-umovah-vijni_n59562 (дата звернення: 03.03.2024).

9. В Індії загорівся нафтопереробний завод: постраждали люди. URL: https://world.segodnya.ua/ua/world/wnews/v-indii-zagorelsya-neftepererabatyvayushchiy-zavod-postradali-lyudi-1160922.html (дата звернення: 04.03.2024).

10. На нафтопереробному заводі в США стався потужний вибух. URL: https://espreso.tv/news/2019/06/21/na_naftopererobnomu_zavodi_v_ssha_stavsya_potuzhnyy_vybukh (дата звернення: 05.03.2024).

11. У Китаї на хімічному заводі стався потужний вибух, є постраждалі. URL:https://espreso.tv/news/2019/03/21/v_kytayi_na_khimichnomu_zavodi_stavsya_potuzhnyy_vybukh_ye_postrazhdali (дата звернення: 07.03.2024).

12. На одному з найбільших НПЗ у світі сталася пожежа - атакували дрони. URL: https://www.epravda.com.ua/news/2019/09/14/651646/ (дата звернення: 04.03.2024).

13. В Ірані на нафтопереробному заводі загинуло десятеро людей. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3836733-v-irani-cerez-vibuh-na-naftopererobnomu-zavodi-zaginulo-desatero-ludej.html (дата звернення: 07.03.2024).

14. Пожежа на нафтобазы «БРСМ – НАФТА»: причини та наслідки. URL: https://www.ecoleague.net/forumy-konferentsii-kruhli-stoly-seminary/ekolohichni-viiny/item/914-pozhezha-na-naftobazi-brsm-nafta-prychyny-ta-naslidky (дата звернення: 07.03.2024).

15. На хімічному заводі у Калуші виникла масштабна пожежа. URL:https://zaxid.net/v_kalushi_na_zavodi_karpatnaftohim_stalasya_masshtabna_pozhezha_n1473487 (дата звернення: 07.03.2024).

16. росія атакувала Кременчук безпілотними літальними апаратами. URL: https://suspilne.media/poltava/606873-rf-vlucila-u-naftopererobnij-zavod-na-poltavsini/ (дата звернення: 07.03.2024).

17. Липовий В. О., Удянський М. М. Техногенні ризики забрудненя довкілля під час експлуатування та ремонтних робіт резервуарів з нафтопродуктами : монографія. Харків: НУГЗУ, 2017. 107 с.

18. Григоров А. Б. Зберігання нафти та нафтопродуктів в умовах нафтобаз : навч. посіб. Харків-Тернопіль : НТУ ХПІ : Крок, 2022. 184 с.

19. Дії підрозділів ДСНС у умрврї воєнного конфлікту: навч. посіб. / М. Коваль, С. Крук, Д. Бондар та ін. Львів: ЛДУБЖД, 2023. 306 с

20. Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.01.2024 р. № 927, URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/927-2013-%D0%BF#Text (дата звернення: 17.03.2024).

21. Склабінський В.І., Ляпощенко О.О., Артюхов А.Є. Технологічні основи нафто- та газопереробки: навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2011. 186 с.

22. Спеціальне обладнання та процеси органічної хімії: підручник / Шапорев В.П. та ін. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. 272 с.

23. Теорія розвитку та припинення горіння : електронний підручник / Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Трегубов Д.Г., Остапенко В.Є. Харків : УЦЗУ, 2007, 252 с.

24. Пожежна безпека об’єктів підвищеної небезпеки: навчальний посібник/ Михайлюк О.П. та ін. Харків: УЦЗУ, 2010. 343 с.

25. Про затвердження Покажчика нормативно-правових актів з охорони праці: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2023 р. № 177, URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/927-2013-%D0%BF#Text (дата звернення: 17.03.2024).

26. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва, житловокомунального господарства України від 15.06.2016 р. №158. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759. (дата звернення: 17.03.2024).

27. Про затвердження Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.11.2012 р. № 424/3717, URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/927-2013-%D0%BF#Text (дата звернення: 18. 03.2024).

28. Закон України «Про охорону праці» від 01.10.2023 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text (дата звернення 01.04.2024).

29. Про затвердження Правил охорони праці для нафтохімічних підприємств: Постанова Кабінету Міністрів України від 03.07.2008 р. № 156, URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0729-08#Text (дата звернення: 02.04.2024).

30. Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин: Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій в Україні від 22.03.2012 № 627, URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0521-12#Text (дата звернення 02.04.2024).

31. ДСТУ 4454:2005. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання. [Чинний від 2005-09-16].Вид. офіц. Київ : УкрНДІНП «МАСМА», 2005. 36 с.

32. ДСТУ 4896:2007. Розроблення родовищ нафти та газу. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2008-10-01].Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 39 с.

33. ДСТУ 4058-2001. Паливо нафтове. Мазут. Технічні умови. [Чинний від 2002-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІНП «МАСМА», 2002. 33 с.

34. ДСТУ 8698:2016. Нафтопродукти рідкі. Фракція бензинова (компонент палив для бензинових двигунів). Технічні умови. [Чинний від 2017-10-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІНП «МАСМА», 2017. 13 с.

35. ДСТУ 4106-2002. Оливи мастильні. Номенклатура показників. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІНП «МАСМА», 2013. 25 с.

36. ДСТУ ГОСТ 21046:2019 Нафтопродукти відпрацьовані. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-10-06]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІНП «МАСМА», 2019. 8 с.

37. ДСТУ 5094:2008. Нафтопродукти. Оливи мастильні, присадки і пакети присадок. Визначання загального лужного числа методом потенціометричного титрування. [Чинний від 2009-03-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІНП «МАСМА», 2009. 14 с.