

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної екології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

Тема роботи: «Технологія утилізації широкої фракції легких вуглеводнів при видобутку вуглеводневої сировини»

Виконав:
Надеїн Гліб Володимирович

Керівник:
завідувач кафедри прикладної екології, Пляцук Леонід Дмитрович

Залікова книжка
№ _____

Підпис _____
дата, підпис

Консультант з охорони праці:
Доцент кафедри прикладної екології,
Васькін Роман Анатолійович

Підпис _____

Підпис _____

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Секретар ЕК
Васькіна Ірина Валеріївна

Підпис _____

Суми 2020

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра прикладної екології

Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентці Надеїну Глібу Володимировичу

Група ТС-61-7

1. Тема кваліфікаційної роботи Технології утилізації широкої фракції легких вуглеводнів при видобутку вуглеводневої сировини

2. Вихідні дані: дані щодо фізичних та хімічних характеристик широкої фракції легких вуглеводнів; характеристика забруднення природнього навколишнього середовища широкою фракцією легких вуглеводнів; характеристика ректифікаційної колони для утилізації широкої фракції легких вуглеводнів.

3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:

1. Схема установки ректифікаційної колони;
2. Залежність розсіювання зріджених вуглеводневих газів;
3. Принципова схема низькотемпературної конденсації.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці					+	
5	Оформлення роботи						+

5. Дата видачі завдання 3 квітня 2020 р.

Керівник

Пляцук Л.Д.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 30 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 56 с., у тому числі 10 таблиць, 25 рисунків, список використаних джерел 3 сторінки.

Мета роботи полягає в пошуку більш досконалих методів утилізації широкої фракції легких вуглеводнів при видобутку вуглеводневої сировини.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі питання: було проаналізовано вплив широкої фракції легких вуглеводнів на навколишнє природне середовище (атмосфера, гідросфера та ґрунт); було досліджено характеристики широкої фракції легких вуглеводнів; була наведена товарна продукція, яку можна утворювати після утилізації широкої фракції легких вуглеводнів; привести методи утилізації широкої фракції легких вуглеводнів, а також описати суть цих методів.

Об'єкт дослідження – широка фракція легких вуглеводнів.

Предмет дослідження – метод утилізації широкої фракції легких вуглеводнів при видобутку вуглеводневої сировини.

У кваліфікаційній роботі був розглянутий склад широкої фракції легких вуглеводнів, а також наведено їх характеристику. Досліджено вплив легких вуглеводнів на природне навколишнє середовище для оцінки його забруднення. У роботі були проаналізовані основні та допоміжні методи утилізації широкої фракції легких вуглеводнів. Було проведено аналіз розсіювання та впливу ШФЛВ при виникненні аварій в резервуарах зберігання зріджених вуглеводневих газів з подальшим використанням методу ректифікації для зменшення їх впливу.

Ключові слова: ШИРОКА ФРАКЦІЯ ЛЕГКИХ ВУГЛЕВОДНІВ, УТИЛІЗАЦІЯ, ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ, РЕКТИФІКАЦІЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1 Забруднення навколишнього середовища при видобутку вуглеводневої сировини.....	7
1.1 Вплив вуглеводневого забруднення на ґрунт та ґрунтову екосистему.....	7
1.2 Вплив вуглеводневого забруднення на гідросферу.....	13
1.3 Вплив вуглеводневого забруднення на атмосферу.....	16
Розділ 2 Загальна характеристика широкої фракції легких вуглеводнів.....	17
2.1 Характеристика бутану.....	18
2.2 Характеристика пропану.....	20
2.3 Характеристика ізобутану.....	22
2.4 Характеристика пентану.....	23
2.5 Характеристика гексану.....	25
Розділ 3 Аналіз методів утилізації широкої фракції легких вуглеводнів з метою зниження навантаження на навколишнє середовище.....	27
3.1 Метод абсорбції.....	28
3.2 Метод адсорбції.....	30
3.3 Аналіз розсіювання та впливу ШФЛВ при виникненні аварій в резервуарах зберігання зріджених вуглеводневих газів з подальшим використанням методу ректифікації для зменшення їх впливу.....	35
3.4 Метод ректифікації.....	39
Розділ 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	44
Висновки.....	52
Перелік джерел посилання.....	54

Підп. і дата						ТС 11982812						
Взаєм.інв.№	Інв.№	Дубл.	Підп.	Дата	Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Технологія утилізації широкої фракції легких вуглеводнів при видобутку вуглеводневої сировини		
Інв.№	Чюдл.	Підп.	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів						
Розроб.	Надєїн			4	57							
Перев.	Пляцук			СумДУ, фак-т ТеСЕТ, гр. ТС-61-7								
Н.Контр	Васькін											
Затв.	Пляцук											

призводить до їх агрегації. Також коли нафтопродукти заповнюють ґрунтовий простір, в яких знаходиться повітря, в результаті чого це впливає на аерацію ґрунтів. З плином часу утворюються анаеробні умови, які знищують окислювальну здатність, що призводить до процесу оглеєння та навіть поверхневого заболочення ґрунтів[2].

Зі зміною ступеню дисперсності може змінюватися характер кордонів між ґрунтовими горизонтами, навіть деякі з них можуть повністю деградувати. В поверхневих ґрунтових шарах формується бітумна кірка, яка сильно заважає росту рослин та блокує можливість потрапляння води в нижчі шари ґрунту.

Гранулометричний склад визначає всі фізичні показники ґрунтів: волого місткість, вологопроникність, аерацію, акумуляцію тепла та теплопровідність. Агрегування ґрунту під дією вуглеводнів та заповнення ними найбільш крупних зон ці показники погіршуються[3].

В результаті забруднення ґрунтів вуглеводнями змінюється склад органічного вуглецю, змінюються характеристики гумусу, а також порушується кількість та співвідношення макро- та мікроелементів. Зі збільшенням кількості вуглецю в ґрунтах порушується азотний режим, що негативно впливає на нормальний розвиток рослин та мікроорганізмів. Також відбувається зміна співвідношень форм азоту, знижується кількість калію та фосфору.

Засолення натрієм та хлоридом, що відбувається при нафтовому забрудненні, призводить до зміни поглинаючої здатності ґрунтів, де іони натрію витісняють кальцій та магній, які домінують в «чистому» ґрунті. В цілому поглинаючі характеристики ґрунтів зменшуються, що визначається не тільки зменшенням кількості поглинених катіонів, але і втратою можливості обміну через, що ґрунтові колоїди забруднені нафтовою плівкою. Зміни в поглинальних можливостях ґрунтів призводить до порушення кислотно-лужного балансу, що може викликати надмірне вилугування початково кислих і слабо-кислих ґрунтів. Це може відбуватися через те, що збільшується концентрація низькомолекулярних органічних кислот, які продукуються грибною

Підп. і дата
Інв. №зубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №зубл.

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						8

мікрофлорою, що може активно розвиватися в забруднених вуглеводнями ґрунтах[4].

Також було виявлено дію нафтопродуктів на активність ферментів ґрунтів, які можуть накопичуватися в ній в результаті життєдіяльності мікроорганізмів, кореневої системи рослин та мезофауни, а також після можливого їх відмирання. В залежності від забруднювача, ґрунтових ферментів, природних умов, виду ґрунтів, тривалість ферментативного забруднення може посилюватися[5].

Біологічна різноманітність ґрунтів залежить від стану мікроорганізмів (мікроскопічні гриби, водорості, бактерії і т.п.) та безхребетних тварин, таким чином знаходження вуглеводнів викликає різні негативні реакції цих об'єктах живої природи.

Одне з найважливіших місць в екосистемі ґрунтів займають мікроорганізми, від життєдіяльності яких залежить здатність ґрунтів до самоочищення. Вуглеводні здатні напряду впливати на мікроорганізми, викликаючи токсичний вплив (особливо ароматичні), або опосередковано, змінюючи фізико-хімічні властивості ґрунтів (менша доступність до елементів живлення, зміна водного та повітряного режимів і т.п.). При надходженні вуглеводнів змінюється кількість та характеристики мікробного світу, а його склад залежить від тривалості дії забруднювача та його концентрації, а також від виду, стану ґрунтів та мікро біоценозу до потрапляння в ґрунт забруднювача. При невеликих дозах вуглеводнів зменшується кількість целюлозолітичних бактерій та мікроорганізмів, котрі використовують мінеральні форми азоту. Висока кількість вуглеводневого забруднювача викликає зниження видового різноманіття, а також відбувається зниження щільності всіх груп мікроорганізмів. Частіше за все можна спостерігати таку картину: спочатку за рахунок забруднення ґрунтів нафтопродуктами відбувається пригнічення деяких груп мікроорганізмів, які досить чутливі до різноманітних забруднень, згодом, коли кількість вуглеводнів в ґрунтах зменшується, активуються мікроорганізми, які до цього моменту були менш домінантною групою. Це може призвести до зміни різних фізико-хімічних властивостей ґрунтів[6].

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № тодл.

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						9

Згідно з даними досліджень, групи грибів є більш стійкими до вуглеводневого забруднення, ніж групи бактерій. Але, для них також характерні такі ж самі процеси: видалення найчутливіших видів та перевага вуглеводневих груп, придушення росту, зменшення кількості різних грибних комплексів в порівнянні з фоновими ґрунтами. Також наголошується можливість до накопичення в забруднених ґрунтах фітопатогенних та потенційно небезпечних для людини і тварини деяких видів токсичних мікроміцетів (можуть впливати на слизову оболонку, уражати волосся, нігті, шкіру, також можуть уражати внутрішні органи людини і т.п.).

Мікрободорості майже однаково реагують на вуглеводневе забруднення, як і бактеріальні та грибні групи, тобто змінюється біорізноманіття деяких груп, їх чисельність, а також відбувається зміна видової домінанти. Чим більша концентрація забруднювача, тим менша чисельність і кількість видів, які представлені в альгоцинозі, іноді до повної їх деградації. Найбільш витривалими до забруднення нафтопродуктами є ціанобактерії та зелені водорості. А найбільш чутливими до забруднювача є жовто-зелені та діатомові водорості, які навіть при малих концентраціях можуть повністю зникати. Таким чином, можна сказати, що при появі цих видів водоростей на вказує на те, що забруднена ділянка ґрунту починає відновлюватися.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд жовто-зелених водоростей

Безхребетні, а якщо точніше, то педобіонти (черви, комахи, молюски і т.п.), організми, в яких більш досконала будова та мають більш розвинені органи чуття, мають високий діапазон реакцій на вплив вуглеводнів в порівнянні з

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						10

мікроорганізмами, а також якомога швидшої міграції з забрудненої зони. Окрім того, що в цих групах відбуваються значні трансформації видового складу та кількості особин, в них також відбуваються зміни статеві-вікової структури та зміни в розмірах особин. Найбільш токсичні для безхребетних легкі та летючі фракції нафти.

Було встановлено, що інфузорії мають більшу чутливість навіть до невеликих концентрацій вуглеводнів, що дозволяє нам використовувати їх, як біоіндикаторів забруднень. В групах цих ґрунтових інфузорій спочатку спостерігається зменшення чисельності всіх видів бо зменшується кількість повітря, яка може надходити до них. Невелика кількість вуглеводнів збільшує чисельність, видове та родове різноманіття, а висока концентрація викликає пригнічуючий ефект, що призводить до значного зниження щільності популяції.



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд інфузорії

Була зафіксована реакція дощових черв'яків на затяжне забруднення ґрунтів:

1. Перший етап – деяка кількість черв'яків помирає, а також відбувається горизонтальна міграція з забрудненої зони;
2. Другий етап – міграція з прикордонних забруднених зон;
3. Третій етап – поступове заселення областей, що пропорційне ґрунтовідновним процесам.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тодл.	

3. Порушення фізіологічних та біохімічних життєво важливих процесів;

4. Накопичення вуглеводнів, яку призводять до нафтових запахів в організмах, які використовуються в промислових масштабах.

Можна підкреслити, що негативний вплив нафтопродуктів на водну фауну може виражатися не тільки в інтоксикації цих організмів, а також зміною їх звичного місця проживання.

Більшість риб, що проживають на глибині менше 100м, мають можливість не потрапити до місць забруднення. Найбільш негативні наслідки можуть бути для придонних видів риб, а також для молодих риб в прибережній зоні. Негативний вплив наростає, якщо місце витоку забруднювачів співпадає за часом та місцем з нерестом риби. Вуглеводні потрапляють на епітелії зябр, таким чином вони можуть викликати порушення водного та сольового обміну, дихання, ерозію плавників, порушення нервової системи, а також зупиняється швидкість росту. Біоаккумуляція вуглеводнів викликана гідрофобними та ліпофільними характеристиками, таким чином вона накопичуються в органах та тканинах, а також в жирових відкладеннях. Також має місце опосередкована токсична дія, яка різко впливає на скорочення чисельності водної фауни за рахунок того, що завдяки забрудненню знижується кормова база організмів.

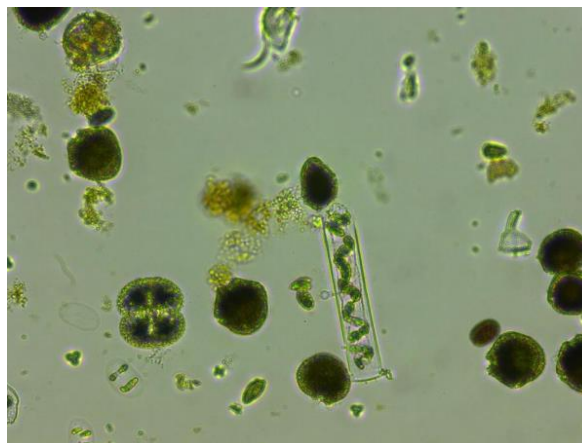


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд фітопланктону

Планктон є основою багатьох харчових ланцюгів та включає в собі мікроорганізми, фітопланктон, зоопланктон, личинки, яйця та безхребетних риб. Основні організми, що складають найбільшу частину планктону дуже чутливі до

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

Виг.	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата

ТС 11982812

токсичної дії вуглеводнів, особливо до водорозчинних фракцій, а також маленьким краплям нафти. Але, треба зазначити, що як тільки концентрація вуглеводнів в зоні ураження знижується, то планктон швидко повертається до нормальної щільності та складу.

Бентос, або сукупність організмів, що живуть на дні водойм, відрізняються невеликим видовим різноманіттям при високій чисельності стійких до забруднення форм. Вуглеводні можуть викликати порушення газового та фільтраційного процесів у донних організмів, зміну дихального та серцевого ритмів, а також зміна відмічається зміна поведінки. Найбільшою зміною внутрішніх органів спостерігалось у молюсків, при різних концентраціях вуглеводнів виникали зміни тканин зябр, кишечника. Серед різних груп зообентосу найбільш стійкі до різних вуглеводневих концентрацій деякі види круглих черв'яків, поліхет, мідій. Відмічається висока стійкість макрофітів, бурих водоростей та ламінарій. Більше того, бурі водорості мають можливість включати вуглеводні в свій метаболізм[12].

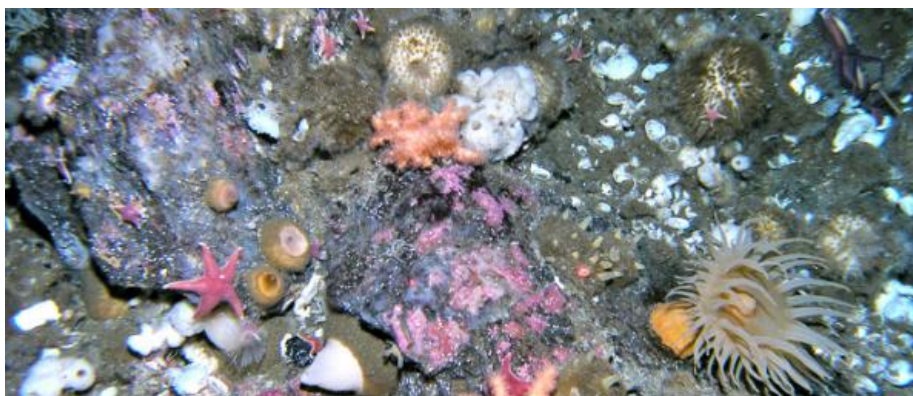


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд бентосу на морському дні

Ріст концентрації вуглеводнів в донних відкладеннях призводить до зміні структури бентоценозу та зниженню видового різноманіття в річках та морях. Негативний вплив вуглеводнів на бентос виділяється в результаті фізичного контакту з ними, а також за рахунок можливості розчинності у воді та акумуляції в донних відкладеннях забруднювачів.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тодл.	

Донні організми мають меш розвинені ферментні та метаболічні системи, також за рахунок активності та проживанню на дні мають підвищену можливість до накопичення вуглеводневих з'єднань.

Вуглеводневі забруднення викликають зміну видової та трофічної характеристики водних екосистем, що може призвести до порушення їх функцій та зниженню біорізноманіття. Найбільш негативний ефект можливий в прибережній зоні та на берегах. Найбільш уражені вуглеводневому забрудненню ссавці та птахи.

1.3 Вплив вуглеводневого забруднення на атмосферу

Склад та властивості вуглеводнів, котрі потрапляють в атмосферу з продуктами згоряння можуть бути дуже токсичними, а також можуть володіти канцерогенними властивостями.

Атмосфера може забруднюватися не тільки забруднюється легкими вуглеводнями не тільки при транспортуванні та зберіганні, а також при процесі використання палива. Вуглеводні, які киплять при низьких температурах мають високу токсичність, як зазначалось вище, а також мають здатність вступати в хімічну реакцію з іншими забруднювачами, які знаходяться в атмосфері. Під дією сонячного світла відбувається фотохімічна реакція утворення фотохімічного смогу. При появі такого смогу знижується прозорість атмосфери, виникає неприємний запах, а також негативно впливає на слізозві залози. Такий смог не тільки негативно впливає на людину, а також здатний руйнувати резинові та текстильні вироби, викликає загибель рослин.

Інв. № тоділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11982812					Арк
										16
Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

Таблиця 2.2 – Фізичні характеристики компонентів широкої фракції легких вуглеводнів

	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i- C ₄ H ₁₀	n- C ₄ H ₁₀	i- C ₅ H ₁₂	n- C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄
Молекулярна маса	16,04	30,07	44,1	58,1	58,1	72,15	72,15	86,18
Питома вага (м ³ /кг)	1,4	0,75	0,51	0,39	0,39	0,32	0,32	-
Температура кипіння при 760 мм.рт.ст °С	-161,3	-88,6	-42,2	-10,1	-0,5	28,0	36,2	69,0
Щільність в рідкому стані при температурі кипіння (кг/м ³)	416	546	585	592	600	625	637	664
Щільність (кг/м ³)	0,72	1,34	1,97	2,6	2,6	3,22	3,22	3,88

Широка фракція легких вуглеводнів являє собою досить легко киплячу та легкозаймисту рідину. Пари цієї рідини мають більшу щільність ніж щільність повітря, а таким чином вони можуть накопичуватися в приземних та непровітрюваних місцях, що може призводити до токсичних отруень[13].

2.1 Характеристика бутану

Бутан є органічним з'єднанням з формулою C₄H₁₀, яка являється алканом (ациклічні вуглеводні лінійного або розгалуженою будовою, які містять тільки прості зв'язки) з чотирма атомами вуглеводню. Це безбарвний горючий газ, зі специфічним запахом, при звичайному тиску легко зріджується від -0,5 °С, а замерзає при -138 °С.

Інв.№ґодл. Підп. і дата
Взаєм.інв.№ Інв.№ґубл. Підп. і дата

Таблиця 2.3 Фізико-хімічні характеристики зрідженого бутану

Показник	Бутан
Молекулярна маса, г/моль	58,12
Щільність рідкої фази при нормальних умовах, кг/м ³	580
Щільність газової фази, кг/м ³ :	
при нормальних умовах	2,703
при температурі 15 °С	2,550
Теплота згоряння нижча:	
в рідкому стані, МДж/кг	26,4
в газоподібному стані, МДж/кг	45,4
в газоподібному стані, МДж/м ³	111,6
Октанове число	93
Межі можливого займання в суміші з повітрям при нормальних умовах, %	1,5-8,5
Температура самозаймання, °С	405
Теоретично необхідні для згоряння 1 м ³ газу кількість повітря, м ³	30,94
Коефіцієнт об'ємного розширення рідкої фракції, % на 1 °С	0,002
Температура кипіння при тиску в 1 бар, °С	-0,5

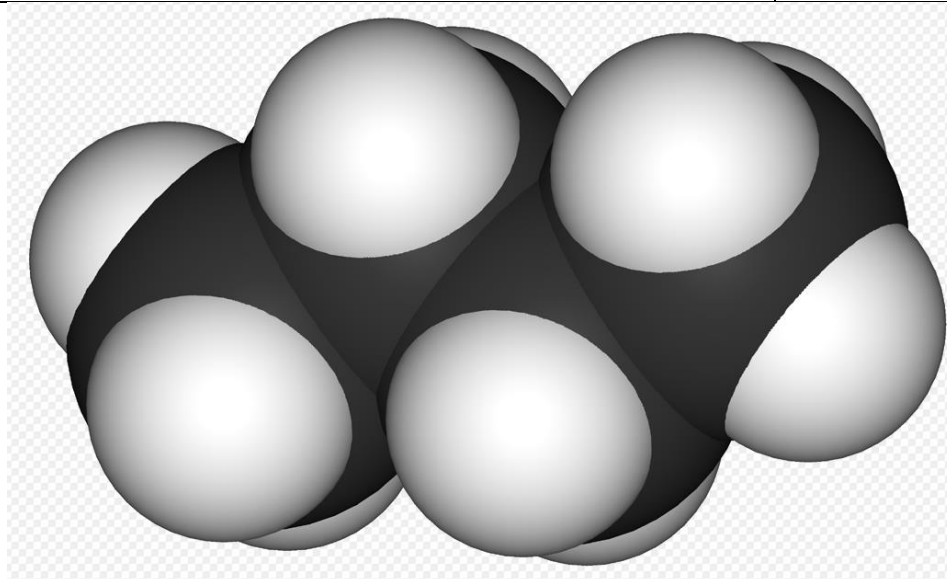


Рисунок 2.1 – 3D модель бутану

Інв. № годл. Підп. і дата
 Взаєм. інв. № Підп. і дата
 Інв. № дубл. Підп. і дата

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 11982812

Бутан використовується для змішування бензину, як паливний газ, і як сировина для виготовлення етилену та бутадієну, одного з ключових компонентів синтетичної резини. Достатньо чисті форми бутану використовують в якості холодоагентів. Бутан також використовують в харчовій промисловості в якості харчової добавки E943a (розчинник харчових масел та ароматизаторів) [14].

2.2 Характеристика пропану

Пропан – це органічна речовина класу алканів з формулою C_3H_8 . Безбарвний газ, без запаху та смаку, пожаро- та вибухонебезпечний. Не розчинний у воді та інших полярних розчинниках. Добре розчинний в деяких органічних речовинах, таких як: метанол, бензол, ацетон, тетрахлорметан та т.п.)

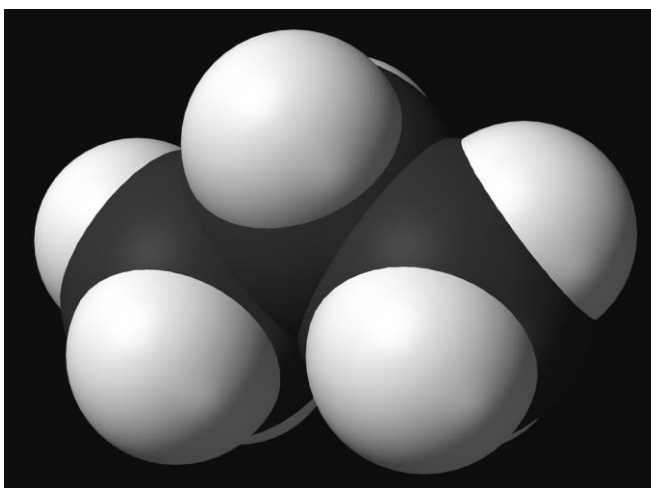


Рисунок 2.2 – 3D модель пропану

Таблиця 2.4 Фізико-хімічні характеристики зрідженого пропану

Показник	Пропан
Молекулярна маса	44,10
Щільність рідкої фази при нормальних умовах, $кг/м^3$	510
Щільність газової фази, $кг/м^3$:	
при нормальних умовах	2,019
при температурі 15 °C	1,900

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тоді	

Виг.	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата
------	-----	-----------	-------	------

ТС 11982812

Арк
20

Продовження таблиці 2.4

Теплота згоряння нижча:	
в рідкому стані, МДж/кг	65,6
в газоподібному стані, МДж/кг	45,9
в газоподібному стані, МДж/м ³	85,6
Октанове число	120
Межі можливого займання в суміші з повітрям при нормальних умовах, %	2,1-9,5
Температура samozаймання, °С	466
Теоретично необхідні для згоряння 1 м ³ газу кількість повітря, м ³	23,80
Коефіцієнт об'ємного розширення рідкої фракції, % на 1 °С	0,003
Температура кипіння при тиску в 1 бар, °С	-42,1

Таблиця 2.5 – Вимоги до компонентного складу пропанової фракції

№	Найменування компонентів	Норми по маркам	
		вища	«А»
1.	Вуглеводні C ₁ +C ₂ , не більше 1?5	1,5	3
2.	С, не менше а також пропілену, не більше	97	96
		0,2	0,2
3.	Вуглеводні C ₄ , не більше	2,5	3
4.	Вуглеводні C ₅ , C ₆ , не більше	0,01	0,01
5.	H ₂ S, не більше	відсут.	0,003
6.	Вода	відсут.	відсут.
7.	Луги	відсут.	відсут.

Пропан використовують в багатьох сферах життєдіяльності людини, а саме:

1. В якості побутового та промислового палива;

Підп. і дата
 Підп. і дата
 Взаєм. інв. №
 Інв. № дубл.
 Інв. № тодіш.

2. Використовується в якості сировини для виробництва нафтохімічних продуктів в паровому крекінгу;

3. Широко застосовується в виробництві напівпровідників для осадження карбіду кремнію;

4. Використовується як сировина для виробництва пропілену та акрилової кислоти;

Пропан є речовиною з високою ймовірністю вибуху, таким чином навіть маленька іскра може призвести до масштабного детонацію пропану. Може витіснити кисень, що в довготривалому знаходженні в місцях з надмірним витоком пропану призводить до задухи або летального результату. Рідка фаза пропану може викликати негативну дію на резину, а особливо в зимну пору року, коли випаровування може бути довготривалим. Так як на більшості виробництв використовують шланги на основі резини, то потрібно не допускати можливий контакт з пропаном.

2.3 Характеристика ізобутану

Ізобутан – безбарвний горючий газ, без запаху, легко зріджуваний вуглеводень класу алканів. Хімічна формула якого C_4H_{10} . Він добре розчинний в органічних розчинниках: вода, ефір чи спирт, а також досить легко може переходити в рідку фазу, а в складі аерозолів на масляній основі може самозайматися.

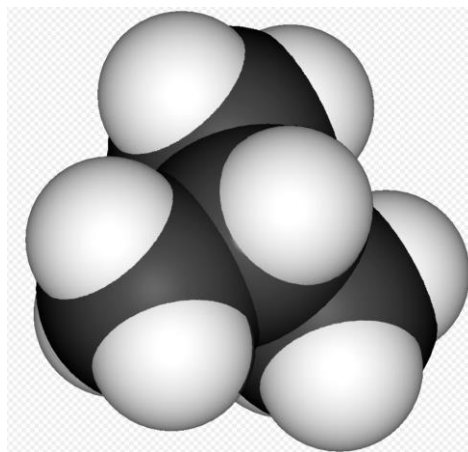


Рисунок 2.3 – 3D модель ізобутану

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 11982812

Арк
22

Таблиця 2.6 – Фізичні характеристики ізобутану

Молекулярна маса, г/моль	58.12
Точка кипіння при 1.013×10^5 Па, °С	-11,80
Щільність речовини при 25 °С, МПа	0.551
Тиск випаровування 25 °С, МПа	0,498
Критична температура, °С	134,98
Критичний тиск, МПа	3,66
Критична щільність, g/cm ³	0,221
Прихована теплота пароутворення, КJ/Kg	366,5
Вибухова межа, vol.%	1.85-8.5

В харчовій промисловості ізобутан використовується в якості антифламінга (піногасники, які потрібні в харчовій промисловості для запобігання утворенню піни або зниження її утворення) і палива інгаляційних і харчових упаковок, зокрема він входить до складу дезодоруючих сумішей в балончиках. Його можуть використовувати екстракційний і технологічний розчинник ароматизаторів. Добавка Е943b застосовується як холодоагент при виготовленні кондиціонерів, холодильників, морозильних камер. Ізобутан не несе негативного впливу на озоновий шар, тому використання його в виготовленні холодильних установок дає змогу економити електроенергію, завдяки високому рівню охолодження. Високе октанове число ізобутану дозволяє йому бути використаним в якості компоненту горючого палива для двигунів внутрішнього згорання. Ізобутан використовують як сировину для отримання ізобутилену, що в свою чергу є сировиною для виготовлення бутилкаучуку (компонент для виготовлення ракетного палива)[15].

2.4 Характеристика пентану

Пентан – це насичені ациклічні вуглеводні класу алканів з формулою C₅H₁₂. Безбарвна, практично без запаху, прозора рідина. В природі можна

Підп. і дата
 Підп. і дата
 Інв. № дубл.
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № тоді

зустріти в природному газі, який добувають з газових та газоконденсатних родовищ, а також в попутному нафтовому газі, та в звичайній нафті.

Таблиця 2.7 – Фізичні характеристики пентану

Температура кипіння, °С	36
Температура плавлення, °С	-129
Відносна щільність (вода=1)	0,63
Розчинність у воді	нерозчинний
Тиск пари, кПа при 18,5 °С	53,3
Відносна щільність пари (повітря=1)	2,5
Відносна щільність суміші пар/повітря при 20 °С	1,8
Температура спалаху, °С	-49
Температура samozаймання, °С	309
Межі вибуховості, обсяг % в повітрі	1.5-7.8
Коефіцієнт розподілу октанол/вода	3.39

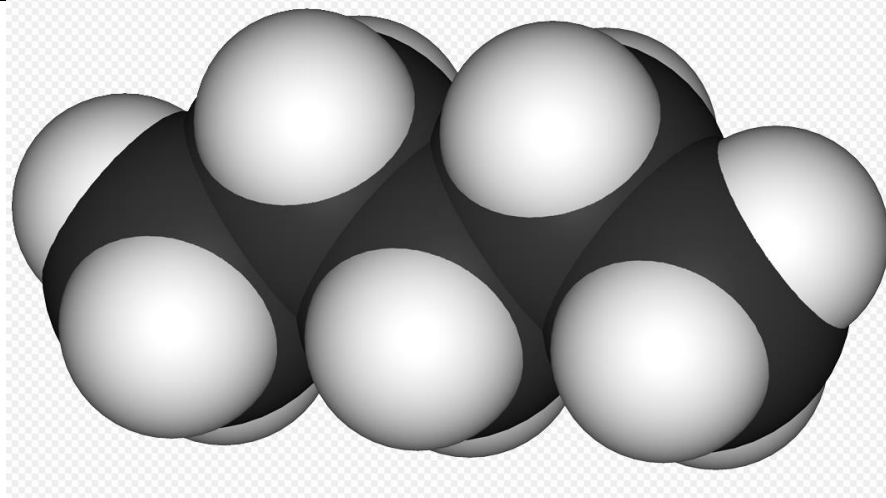


Рисунок 2.4 – 3D модель пентану

Пентанову фракцію можуть використовувати як сировину для процесу ізомерації. Збагачена фракція ізопентанами використовується в якості компонентів бензинів, а також допомагає в виділенні ізопентана – сировини для отримання ізопрена, який є мономером, що використовується в синтезі синтетичних каучуків. Також пентан в складі бензинових фракцій нафти використовується в виготовленні нафтових розчинників.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № тоді

Виг.	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата
------	-----	-----------	-------	------

ТС 11982812

Пентан в суміші з повітрям вибухонебезпечна речовина. Щоб уникнути можливого вибуху потрібна закрита система вентиляції в місцях зберігання пентану, а також усунути можливі контакти з електроприладами, світлом, а також не допустити можливість накопичення електростатичного заряду. Активно реагує з сильними окислювачами (нітратами, пероксидами тощо), що призводить до можливого вибуху.

2.5 Характеристика гексану

Гексан – органічна речовина класу алканів з формулою C_6H_{14} . Безбарвна речовина зі слабким запахом. В природі можна зустріти в природному газі, який добувають з газових та газоконденсатних родовищ, а також в попутному нафтовому газі, та в звичайній нафті.

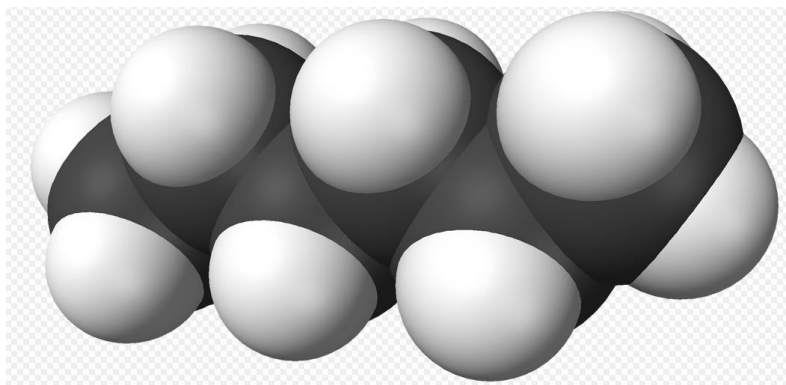


Рисунок 2.5 – 3D модель гексану

Таблиця 2.8 – Фізичні характеристики гексану

Молярна маса, г/моль	86,17
Температура плавлення гексану, °C	-95,3
Точка кипіння гексану, °C	67,8
Температура спалаху, °C	-7
Температура самозаймання, °C	240
Критична точка тиску, атм	29, 61
Октанове число	24.8
Щільність при 20 °C і атмосферному тиску 1 атм., кг/м ³	654,8

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тодл.	

Виг.	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата
------	-----	-----------	-------	------

ТС 11982812

Арк

25

Продовження таблиці 2.8

Щільність при 677,40 °С і атмосферному тиску 1 атм., кг/м ³	677,4
--	-------

Гексан відноситься до групи вибухонебезпечних речовин ІІА ТЗ. Може самозайматися при температурі 240 °С, також утворюю з повітрям вибухонебезпечні суміші при концентраціях 1,1-7,5%, може накопичувати статичну електрику, що досить суттєво підвищує ризик самозаймання або вибухів.

Гексан потрібно зберігати в щільно закритій тарі в добре провітрюваному та сухому приміщенні, подалі від можливих джерел нагрівання, а також окремо від джерел окислення і легкозаймистих речовин.

Гексан найбільш нейтральний розчинник, а в залежності від ступеню очистки він використовується:

1. При виробництві меблевих та взуттєвих клеїв, лакофарбових матеріалів, адгезивів (природні або синтетичні матеріали, за допомогою яких можна склеювати поверхні та матеріали);
2. Для синтезу поліолефінів і каучуків, бензолу, очищення та фракціонування хімічної продукції;
3. В якості знежирювача для очищення в меблевій, текстильній та шкіряній промисловостях;
4. В харчовій промисловості (рафінування, отримання рослинних масел);
5. В шинній та електронній промисловості;
6. В нафтовидобувній промисловості (для розчинення парафінових пробок);
7. При проведенні аналізів нафтопродуктів, продуктів харчування, ліків, а також при проведенні УФ-спектроскопічних, флюорометричних, газохроматографічних досліджень.

Гексан – жиророзчинне з'єднання, який має здатність до накопичення в організмі, що особливо небезпечно для нервової системи. Викликає токсичну дію при вдиханні, а також всмоктуванні через шкіру. При разовому отруєнні при

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						26

вдиханні великої дози (ГДК – 60 мг/м³) гексану можливий головний біль, нудота, втрата свідомості. При довготривалому впливі зростають ознаки отруєння: запаморочення, зниження апетиту, оніміння кінцівок тощо.

Інв. № у одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11982812					Арк
										27
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

В останні роки найбільшу частину сировини в нафтохімічній промисловості займають попутні гази нафтових родовищ та природні гази, частіше в якості сировини використовують газоподібні вуглеводні газоконденсатних родовищ.

Метан (CH_4) – один з основних компонентів вуглеводневих газів, що використовується в якості палива, а також сировини для синтезу. Також етан, який використовується в якості холодоагенту та сировини для піролізу[17].

В нафтохімічній промисловості виникає потреба в ненасичених вуглеводневих газах. Головними та важливими компонентами є етилен та пропілен, які досить активно використовуються на самих нафтопереробних заводах. Це пов'язано з тим, що пропілен є основою для виготовлення високооктанових добавок до бензину.

Для отримання легких оліфенів основним процесом є піроліз вуглеводневої сировини. Піроліз – це хімічна реакція, завдяки якій органічні сполуки розпадаються.

3.1 Метод абсорбції

Абсорбція – селективне поглинання речовини з рідкого чи газового середовища усім об'ємом твердого тіла чи рідини. Абсорбція здійснюється шляхом дифузії газу через рідину (абсорбент) в контактних апаратах – абсорберах.

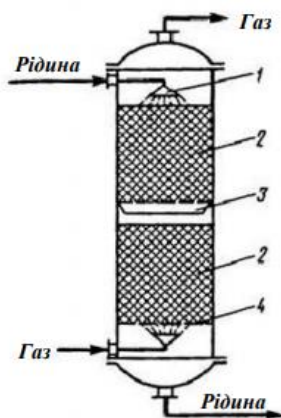


Рисунок 3.1 – Насадковий абсорбер (1 – розподільний пристрій; 2 – елемент насадки; 3 – пристрій для перерозподілу рідини; 4 – решітки)

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк 29
------	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

Розглянемо принцип роботи та конструкцію абсорберів на прикладі насадкового абсорбера. Насадковий абсорбер являє собою циліндричну башту, заповнену насадкою – різні деталі, що в сукупності утворює пористу структуру, в якій вільно переміщуються фази, які взаємодіють. Ефективна робота абсорбера забезпечується завдяки максимальній питомій поверхні насадок. Також насадка повинна мати мінімальну масу, досить великий перетин і вільний об'єм.

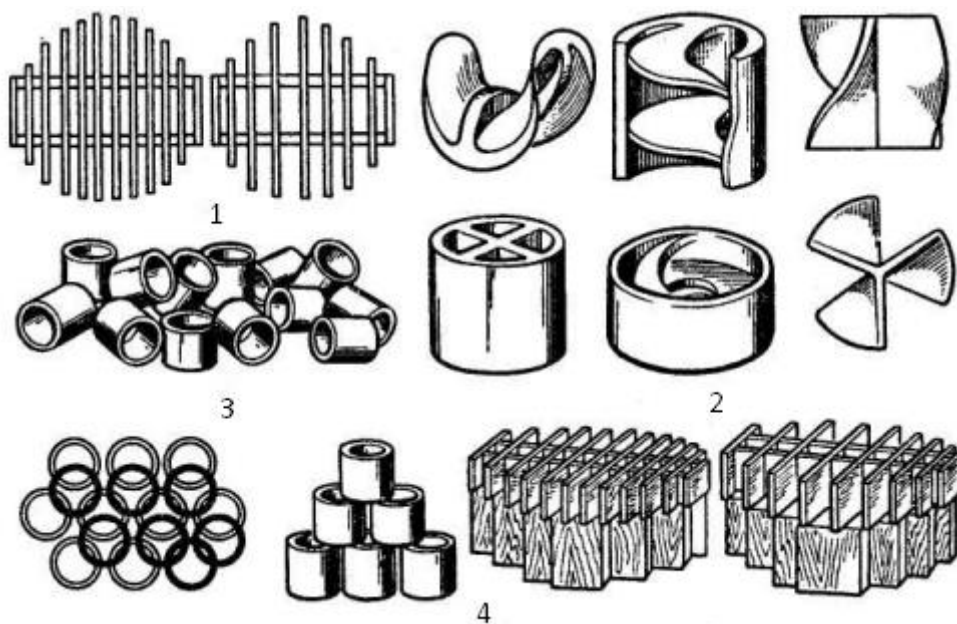


Рисунок 3.2 – Приклади насадок та способі їх укладання до абсорберів (1 – плоскопаралельна; 2 – керамічні різних формацій; 3 – навалом; 4 – організовано)

У насадковому абсорбері рідину, що подають через розподільчий пристрій, при малих швидкостях газу тече по насадці у вигляді тонкої плівки. Поверхнею контакту фаз є змочена поверхня насадок. Для того, щоб рідина не розтікалася до стін апарату, насадки завантажують по секціях. Між секціями потрібно встановити пристрій перерозподілу рідини, а також решітки.

Абсорбція заснована на хімічному зв'язуванні газів (хемосорбція) або на розчинності елементів – фізична абсорбція, або на їх комбінаційній дії.

Абсорбент повинен відповідати таким вимогам:

1. Здатність до легкої регенерації;
2. Здатність до вибіркової поглинаючої дії;

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

3. Висока поглинальна спроможність по відношенню до компоненту, що витягують;

4. Хімічна стабільність

5. Дешевизна.

Методом абсорбції можуть отримувати до 70% індивідуальних вуглеводнів. Частіше за все такий метод використовують при переробці так званого «багатого газу», в якому кількість вуглеводнів більше 100 г/м³.

В деяких випадках для отримання високого ступеню очистки розділення використовують комбіновані схеми. Перший етап розділення проходить завдяки абсорбційному методу, для видалення більшої частини абсорбуючого компоненту та запобігання забивання пор абсорбентів, що використовуються в абсорбційній сушці на другому етапі.

3.2 Метод адсорбції

Адсорбція – селективне поглинання речовини з газового чи рідкого середовища поверхневим шаром твердого тіла (адсорбенту) чи рідини.

Адсорбент повинен відповідати таким вимогам:

1. Вибірковістю;
2. Легкою віддачею адсорбтиву при регенерації;
3. Високою поглинаючою спроможністю;
4. Достатня термічна та механічна міцність;
5. Малий гідравлічний опір.

Якщо процес проходить безперервно, то адсорбент відрізняється високою динамічною активністю, а якщо процес вирізняється періодичністю, то статичною. Адсорбційні процеси очистки поділяються на:

1. Фізичні. Адсорбція відбувається за рахунок сил тяжіння, які тримають речовину, що поглинається на поверхні адсорбенту шарами. Фізична адсорбція протікає на пористій речовині з розвиненою внутрішньою поверхнею, наприклад, активоване вугілля, силікагель, алюмініосилікати, цеоліти. Фізичний

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 11982812

метод широко використовується як для газорозділення, так і для очистки або осушки газів;

2. Хімічні. В результаті хімічної реакції адсорбент покривається плівкою продуктів реакції. Процес проходить при підвищених температурах і характеризується великою енергією активації[18].

Активоване вугілля має розгалужену систему пір, його отримують завдяки випалюванню дерева і видаленням з нього смолистих речовин. Для підвищення сорбційних властивостей вугілля в його склад вводять різні оксиди металів (нікель, кобальт, мідь, марганець тощо).

Силікагель – висушений гель кремнієвої кислоти пористої будови з дуже розвиненою внутрішньою поверхнею.

Цеоліти – алюмосилікатні кристалічні синтетичні речовини, вони мають значну поглинаючу спроможність і високою вибірковістю.

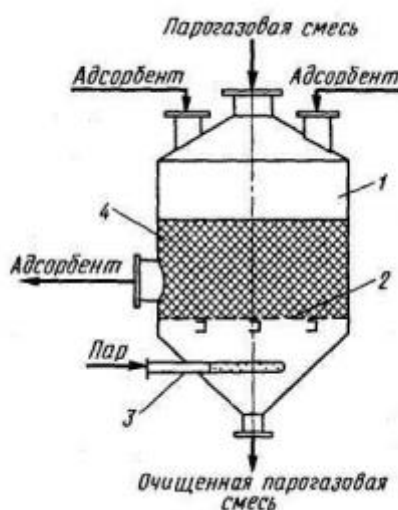


Рисунок 3.3 – Адсорбер з нерухомим шаром адсорбенту (1 – корпус; 2 – решітка; 3 – кільцева труба; 4 – адсорбент)

Розглянемо принцип роботи та конструкцію абсорберів на прикладі адсорберу з нерухомим шаром адсорбенту. Адсорбер з нерухомим кільцевим шаром адсорбенту поглинає компоненти з парогазової суміші. Адсорбер є вертикальним корпусом, в середині якого між перфорованими сітками розташований шар адсорбенту. На стадії адсорбції газова суміш потрапляє в нижню частину адсорбера, а далі розділяється на кільцевому перетині адсорберу.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№тодл.	

Далі, коли газова суміш проходить через шар адсорбенту, а очищена суміш виходить через центральний патрубок. На стадії десорбції водяна пара виводиться в адсорбер через центральний патрубок. Десорбована суміш компонентів і води виводиться через нижній бічний штуцер. Сушка адсорбенту виконується за допомогою гарячого повітря, а охолоджується завдяки холодному. Коли адсорбент пройшов стадію охолодження, процес повторюється. Адсорбент завантажується через верхні люки, відповідно, вивантаження відбувається через нижні люки.

3.3 Використання мембранних технологій

Одне з важливих місць серед промислових процесів переробки вуглеводневих газів та їх розділення займають мембранні технології. Мембрана – тонка та гнучка плівка, що за рахунок зовнішніх сил знаходиться в стані натягу, через що має пружні властивості.

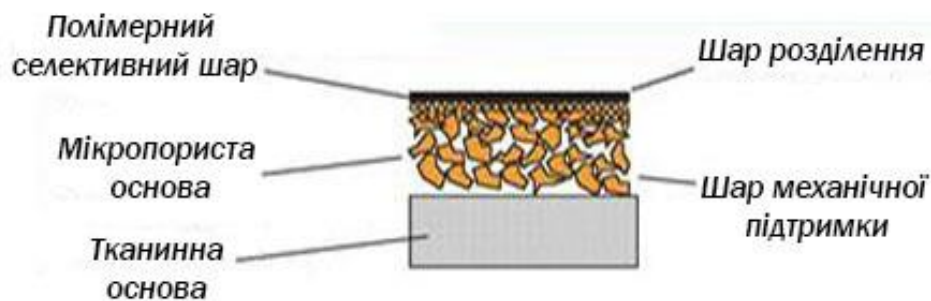


Рисунок 3.4 – Поперечний розріз мембрани

На даний момент існує велике різноманіття мембран, які виготовлені штучним шляхом. Структура таких мембран може бути різною – від тонких полімерних волокон (плівка) до більш грубих (сито). Найчастіше в якості матеріалу для виготовлення мембрани використовують різні пористі та непористі органічні (волокна, капіляри, полімерні плівки тощо) і неорганічні (металеві, керамічні, скляні тощо) матеріали.

Щоб виготовити напівпроникну мембрану використовують:

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11982812	Арк
						33
Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

1. Полімерні плівки (фторопластові, поліетиленові, полікарбонатні тощо);
2. Пористі метали;
3. Металічну фольгу (сплави срібла, молібдену, платини тощо);
4. Інші матеріали.

В даний час синтетичні полімерні мембрани є основою технологічних процесів, які використовують процеси мембранного розділення, тобто вони широко застосовуються в процесах розділення вуглеводнів.

Процес мембранного розділення полягає в тому, що газова суміш, яку розділяють контактує з напівпроникною плівкою с однієї сторони, фільтрат, що пройшов через неї насичується одним із компонентів вихідної суміші.

Параметри мембранного розділення: стабільність у часі, селективність, проникність. Проникність – питома продуктивність мембрани, яка повинна дорівнювати кількості фільтрату (кг/г), що проходить одиницю поверхні мембрани (м²) або швидкість процесу (кг/м²хг). Вибірковість мембрани (селективність) – характеризує ефективність мембранного розділення по відношенню до цільового компоненту[19].

Якщо проникність матеріалу через мембрану досить висока, а також мембрана має великий розмір пор, то розділення газових сумішей майже не відбувається. Якщо використовувати матеріал з порами, які можуть дорівнювати розмірам молекул, то процес розділення відбудеться, що схоже з дією молекулярних сит.

3.4 Метод конденсації

Вуглеводнева суміш маж різну здатність до конденсації при переробці газової сировини, тому є можливість використовувати метод парціальної конденсації.

Одразу з багатокомпонентної суміші через свою низьку температуру кипіння конденсуються висококиплячі вуглеводні, для чого потрібно правильно

Підп. і дата
Інв. №зубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №зубл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						34

штуцер, а потім редукується до тиску максимальної конденсації, при проходженні цього процесу його температура поступово знижується.

Якщо тиск газу знизився до nereкомендованих показників, при яких вже неможливо тримати потрібну температуру, то в схему включають джерело холоду.

3.5 Аналіз розсіювання та впливу ШФЛВ при виникненні аварій в резервуарах зберігання зріджених вуглеводневих газів з подальшим використанням методу ректифікації для зменшення їх впливу

При виникненні аварій в резервуарах зберігання зріджених вуглеводневих газів виділяється широка фракція легких вуглеводнів, яка наносить негативний вплив на навколишнє природне середовище та людину. Щоб оцінити цей негативний вплив потрібно виявити зону розсіювання та можливі сценарії аварій, а зменшення цього негативного впливу можна здійснити за допомогою виділення зі зріджених вуглеводневих газів ШФЛВ за рахунок методу ректифікації.

Найбільш розповсюдженими сценаріями аварій в резервуарах зберігання широкої фракції легких вуглеводнів є:

- дреф та згоряння хмари парів ШФЛВ;
- горіння факелу;
- горіння парів ШФЛВ безпосередньо в зоні витоку[21].

При оцінюванні впливу відкритого вогню та теплового випромінювання при можливій пожежі проливу потрібно розраховувати інтенсивність теплового потоку[22]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau$$

де E_f – середньоповерхнева щільність теплового випромінювання вогню, кВт/м²;

F_q – кутовий коефіцієнт опромінення;

τ – коефіцієнт проникності в атмосфері.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						36

Інтенсивність випромінювання з поверхні може прийматися в залежності від розміру витoku і від компоненту широкої фракції легких вуглеводнів, що вигоряє. Для ШФЛВ тепловий потік може змінюватися в діапазоні від 40 до 80 кВт/м² в залежності від площі пожежу проливу[23].

Найбільший внесок у формування зони ураження відкритим вогнем, а також тепловим випромінюванням при горінні витoku – площа розтікання, яка для легкокиплячих рідин повинна визначатися по співвідношенню інтенсивності швидкості і закінченню випаровування.

При витoku ШФЛВ по рівній поверхні через кілька хвилин розмір цього витoku практично стабілізується, і далі його площа потроху зменшується та розширюється значно повільніше за рахунок охолодження ґрунту. Стабілізація цієї поверхні розливу говорить про матеріальний баланс між кількістю ШФЛВ в ґрунті і кількістю пари, що надходить в атмосферу в результаті теплообміну з ґрунтом. Для розрахунку площі витoku використовують дану формулу:

$$S = \frac{G}{\rho_g W(\tau_f)}$$

де, G – масова витрата зрідженого газу;

ρ_g - щільність парів зрідженого газу при температурі кипіння;

W – швидкість надходження парів в атмосферу;

τ_f – час за який формуються калюжі зріджених газів.

Інтенсивність цього випаровування зріджених газів через 1-2 хвилини різко знижується в 3-6 разів. Експерименти одних з провідних компаній в нафтопереробці свідчать, що інтенсивність випаровування зріджених газів залежить від проникності і вологості ґрунту, а також від швидкості вітру і тримається в діапазоні від 7 до 40 г/м²/с при середніх швидкостях вітру[24].

При аварійній розгерметизації резервуару зріджені вуглеводневі гази, що витікають з високим тиском розмивають ґрунт, а також розтікаються по поверхні землі. При можливій пожежі у місці витoku ШФЛВ можливе утворення факела.

Якщо частина резервуару зберігання зріджених вуглеводневих газів знаходиться під землею, то на місці аварії можливе утворення котловану, який

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						37

Було проаналізована інтенсивність викидів та умов розсіювання на відстань дрейфу хмари зріджених вуглеводневих газів з резервуарів з вмістом ШФЛВ та без вмісту ШФЛВ після проходження ректифікації.

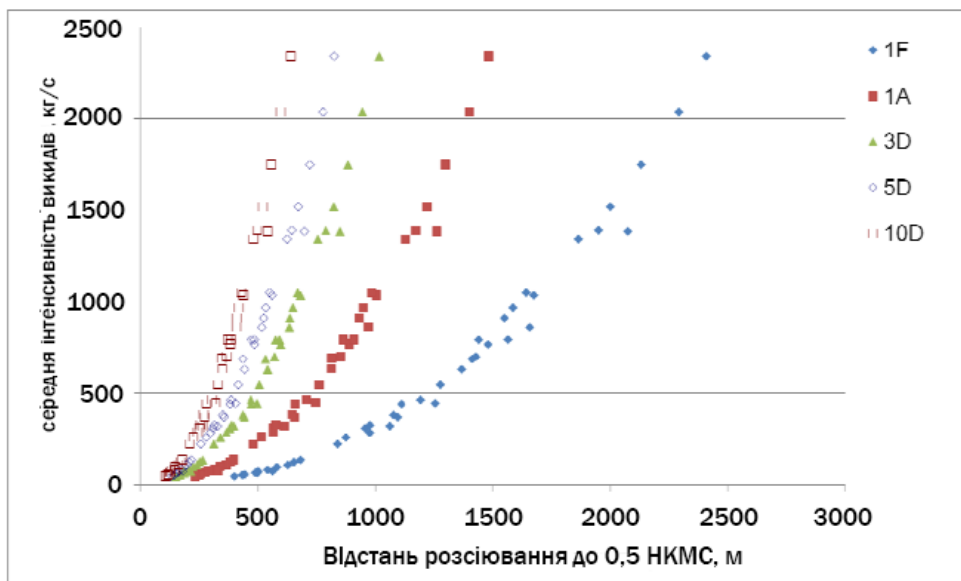


Рисунок 3.6 – Залежність розсіювання зріджених вуглеводневих газів з вмістом широкої фракції легких вуглеводнів при різних станах атмосфери

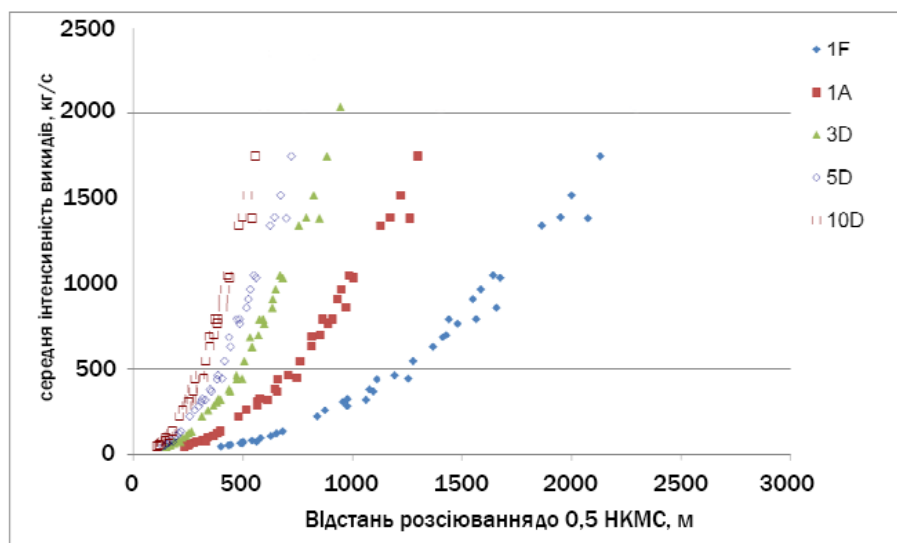


Рисунок 3.7 – Залежність розсіювання зріджених вуглеводневих газів після проходження ректифікації при різних станах атмосфери

Аналіз залежностей показує, що при зростанні інтенсивності викиду в 10 разів (з 225 до 2337кг/с) відстань хмари збільшується в декілька разів.

Також на відстань дрейфу цієї хмари впливають зміни умов розсіювання. З визначених типових умов розсіювання найбільші відстані дрейфу хмари можливі при таких несприятливих умовах: сильна інверсія (F) відстані дрейфу

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тоді.	

буде в 1-2 рази більше, ніж при сильній конвекції (А) і в 2,5 рази більше ніж при «нормальному» стані атмосфери (D). Вплив швидкості вітру розглянуто для «нормальної» атмосфери D (при збільшенні швидкості вітру з 3 до 10 м/с розсіювання зменшується в 1,5 рази).

Розрахунок розсіювання парів викидів забруднюючих речовин з резервуарів за методикою ОНД-86:

Ця методика враховує різні дані про параметри джерел викиду і данні про характеристики розсіювання цих забруднюючих речовин в повітряному басейні. Використовуючи формулу визначаємо максимальне значення приземної концентрації забруднюючої речовини C_m (мг/м³) при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела на відстані X_m [27].

$$C_m = \frac{AMFnm}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

Де C_m – максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини при викиді газоповітряної суміші, мг/м³; А – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери; М – маса шкідливої речовини, що може викидатися в атмосферу за одиницю часу, г/с; F - швидкість осідання певних шкідливих речовин в атмосферному повітрі; m, n – коефіцієнт виходу газоповітряної суміші з резервуару; η – рельєф місцевості; Н – висота даного джерела викиду, м; V_1 – витрата газоповітряної суміші; ΔT – температура викиду, °С.

Приклад розрахунку розсіювання забруднюючих речовин на прикладі бутану:

$$C_m = \frac{AMFnm}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} w_0$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} 1,5$$

$$C_m = \frac{1 \cdot 0,01742 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 5}{4 \cdot 26,56} = \frac{1,306}{106,24} = 0,012298$$

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

Виг.	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						40

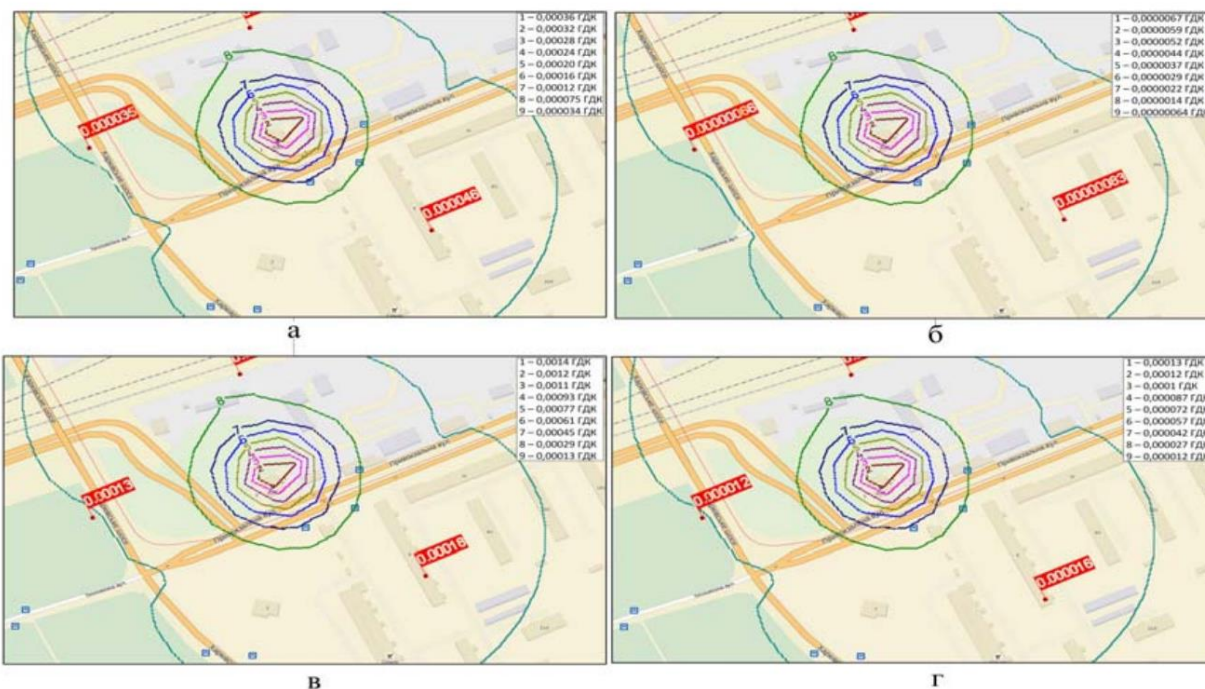


Рисунок 3.6 – Карта розсіювання

забруднюючих речовин (1 – розсіювання концентрацій бутану; 2 - розсіювання концентрацій пропану; 3 – розсіювання концентрацій пентану; 4 – розсіювання концентрацій гексану)

3.6 Метод ректифікації

Найпоширеніший метод розділення вуглеводневих газів на індивідуальні компоненти або фракції. Ректифікація – такий дифузійний процес при якому розділення компонентів відбувається при різних температурах. Ректифікаційний процес проходить завдяки багатоступінчатій чи безперервному контакті парів рідини. Головною умовою процесу є наявність рідкої фази. Ректифікація буває низькотемпературна, азеотропна та екстрактивна.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № тоді

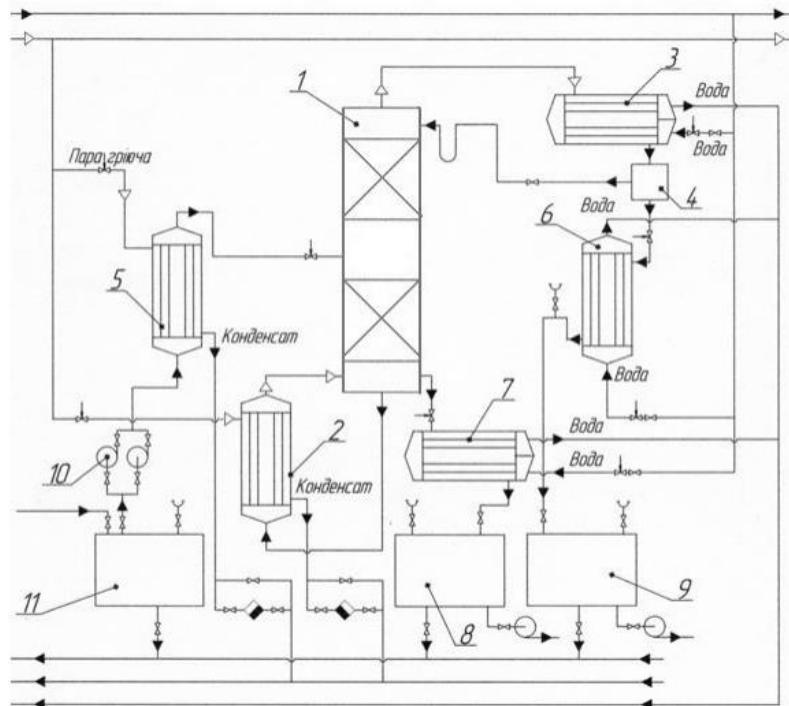


Рисунок 3.6 – Принципова схема ректифікаційної колони безперервної дії (1 – ректифікаційна колона; 2 – кип’ятильник; 3 – дефлегматор; 4 – дільник флегми; 5 – підігрівач вихідної суміші; 6 – холодильник дистилляту; 7 – холодильник кубового залишку; 8 – ємність-збирач кубового залишку; 9 – ємність-збирач дистилляту; 10 – насос; 11- ємність вихідної суміші)

Розглянемо принцип дії ректифікаційної колони на прикладі колони безперервної дії. Вихідна суміш, яка містить низькокиплячі та висококиплячі компоненти, які відбираються насосом (10) із проміжної ємності (11) подаються в теплообмінник (5), в якому вона нагрівається до температури кипіння, далі суміш потрапляє в ректифікаційну колону (1) на тарілку живлення, що ділить колону на дві частини верхню та нижню. В тарілці живлення рідина повинна змішуватися з флегмою, яка знаходиться в укріплюючій частині колони і стікаючи по насадкам (тарілка), вступає в взаємодію з паром, що піднімається назустріч. В цей момент з рідини виділяється легколеткий компонент[29].

У колонний куб (2) починає стікати рідина, яка практично повністю складається з висококиплячих компонентів. Далі, кубовий залишок, постійно відводиться та охолоджується в холодильнику (7) і проходить в ємність (8).

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

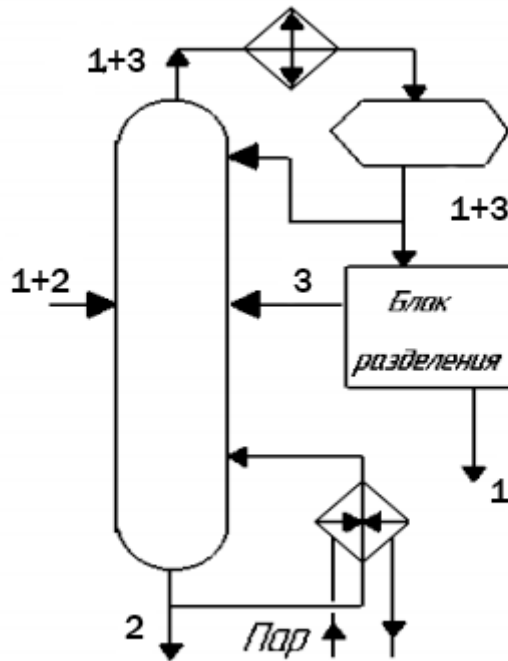


Рисунок 3.7 – Схема азеотропної ректифікаційної установки

На рисунку 3.7 відображений вигляд азеотропної ректифікаційної колони, в якості компонента розділення використовують компонент 3, який потрібно подавати не вище точки подачі первинного потоку 1+2. В верхній частині колони відводять суміш парів 1+3, а в нижній частині тільки чистий компонент 2. Одну з частин потоку 1+3 повертається в якості флегми, а основна частина 1+3 вже розділюється в блоці регенерації агенту 3.

Наприклад, розділення бетан-бутиленової фракції за допомоги метанола, а також за допомоги акілнітритів, які дозволяють розділити бутадієни, бо температура кипіння бутану з металнітритом -20°C , бутилєну з тим же металнітритом -16°C , а бутадієну -4°C . В цьому випадку температура кипіння азеотропу, що може складатися з бутадієну та металнітриту, нижча, ніж у бутадієну, що дозволяє нам виділити його звичайною перегонкою.

Щоб використовувати екстрактивну ректифікацію потрібно використовувати додатковий елемент – розчинний агент. Він може вибірково поглинати один з компонентів завдяки зниженню пружності пари, тобто, збільшує їх летючість

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	
Інв. № докл.	
Підп. і дата	
Інв. № докл.	

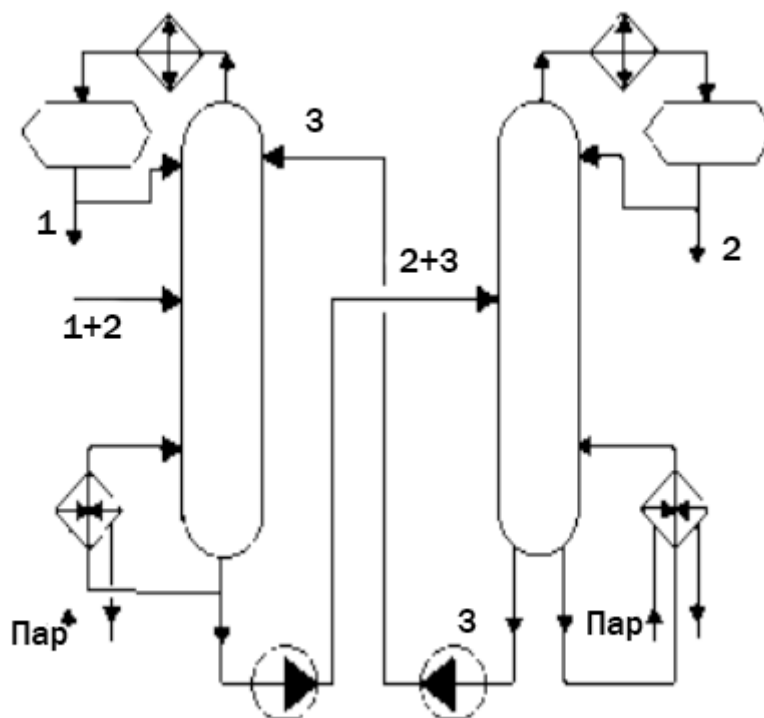


Рисунок 3.8 – Схема екстрактивної ректифікаційної установки

В схемі екстрактивної ректифікаційної колони представлено розділення вихідної суміші 1+2 за допомоги важколетючого агента 3. Компонент, що розділяє подають на одну з верхніх тарілок, проходячи поступово до низу насичується компонентом 2, згодом розчинюючи його в собі. Знижуючи пружність парів виділяється компонент 1, який відібраний з верхньої частини колони з певною чистотою. Суміш 2+3 потім розділяють в наступній колоні, з верхньої частини виділяється компонент 1, а з нижньої частини 3.

Екстрактивна ректифікація має більш просту регенерацію ніж азеотропна, бо має більшу різницю в летючості компонентів.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Інформація про склад компонентів широкої фракції легких вуглеводнів: суміш вуглеводнів C₂-C₅ та вище, які діляться на марку А та марку Б

Таблиця 4.1 – Інформація про відсотковий склад ШФЛУ по марках

Маса компоненту, %	Марка А	Марка Б
Сума вуглеводнів C ₁ -C ₂ , не більше:	3	5
Пропан, не менше:	15	-
Сума вуглеводнів C ₄ -C ₅ , не менше:	45	40
Сума вуглеводнів C ₆ та вище, не більше:	15	30

Види небезпечної дії

Вплив широкої фракції легких вуглеводнів на людину: ШФЛУ це зріджені вуглеводневі гази, що представляються невелику небезпеку на організм людини та за класом небезпеки на організм людини відносяться до 4 класу небезпеки. ШФЛУ призводить наркотичну дію на організм людини. Пари цих вуглеводнів мають досить велику щільність, тому можуть накопичуватися в місцях, що мало провітрюються, де при великих концентраціях в повітрі може призвести до загибелі людини. ШФЛУ можуть потрапляти в організм людини через дихальні шляхи, через потрапляння на шкіру або очі.

Найбільш чутливими органами та системами при потраплянні ШФЛУ в організм є серцево-судинна система, органи дихання, центральна нервова система, а також печінка. Пари широкої фракції легких вуглеводнів дуже швидко накопичуються в організмі людини при вдихання и так же швидко відводяться через легені. В організмі людини вони не мають здатності акумулюватися

Спостерігаються такі ознаки та симптоми вуглеводневого отруєння: слабкість, головний біль, порушення координації рухів, нудота, запаморочення, почервоніння та свербіж шкіри, сльозоточивість, а також різь в очах. Знаходження людини в зоні дії невеликої концентрації парів широкої фракції

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тодл.	

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк 46
------	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

легких вуглеводнів, вона може відчувати нестачу кисню, а при значних концентраціях загинути від задухи.

Першими ознаками наркотичної дії ШФЛУ є: запаморочення та нездужання, після чого може наступити момент відчуття сп'яніння, що в подальшому супроводжується безпричинною веселістю, а згодом настає втрата свідомості.

Широка фракція легких вуглеводнів, потрапляючи на тіло людини, може викликати обмороження частин шкіри, що нагадує опіки.

Характеристика критичного отруєння ШФЛУ: запаморочення, головний біль, зміна ритму при диханні, збудження, сонливість.

При пожезі можливі опіки та травми.

Вплив на навколишнє природне середовище: при потраплянні в ґрунт ШФЛУ порушується його гранулометричні показники (вологопроникність, аерація, акумуляція тепла, теплопровідність тощо), відбувається зміна органічного вуглецю, зміна характеристик гумусу, а також порушується кількість та співвідношення макро- та мікроелементів. Також за рахунок дії ШФЛУ відбувається зміна співвідношень форм азоту, знижується кількість калію та фосфору.

Потрапивши в водний об'єкт викликають негативні наслідки на трофічні зв'язки та колообіг речовин, при цьому забруднюють береги озер та річок, морів та океанів, де ведуть свою активну життєдіяльність велика кількість рослин та тварин, також змінюючи органолептичні (запах, смак) та фізичні (рН, колір, в'язкість) характеристики води.

Одні з шляхів, через які широка фракція легких вуглеводнів потрапляє в навколишнє середовище це недотримання правил поводження та зберігання, в результаті чого ШФЛУ потрапляють в навколишнє середовище.

Перша допомога при дії ШФЛУ на людину

При вдиханні ШФЛУ: У випадку легкого отруєння потрібне свіже повітря, тепло та спокій. Звільнити людину від одягу, що може перекривати доступ кисню до організму. Якщо людина втрачає свідомість, то її потрібно утримувати в

Підп. і дата
Інв. №зубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №зубл.

Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						47

горизонтальному положенні з трохи опущеною головою. Щоб привести до тями людини потрібно використати нашатирний спирт. При швидкій втраті дихання або його повній зупинці, потрібно проводити інтенсивне штучне дихання. Використовувати будь-яких засобів з адреналіном – суворо заборонено.

При потраплянні ШФЛУ на шкіру: ШФЛУ потрібно негайно видалити з уражених місць на шкірі, довго промивати уражене місце теплою водою з милом. При обмороженні накласти суху стерильну пов'язку на уражену частину шкіри.

Після потрапляння ШФЛУ в очі: Промивати очі теплою водою, а згодом звернутися до лікаря.

Забезпечення пожежної безпеки

Широка фракція легких вуглеводнів являє собою зріджені вуглеводневі гази, що легко кипить та легкозаймиста речовина, вибухонебезпечна. Може вибухнути від іскри або вогню. В суміші з повітрям на відкритій місцевості перетворюється в дуже вибухонебезпечну речовину. Балони, в яких зберігається ШФЛУ можуть вибухати при нагріванні.



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд промислових балонів

Приміщення в яких зберігається ШФЛУ, необхідно оснащувати обмінною припливно-витяжною вентиляцією механічної дії, водопровідною системою, а також каналізацією. Абсолютно всі приміщення, від звичайних складських до допоміжних потрібно оснащувати засобами протипожежної техніки.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Таблиця 4.2 – Показники пожежовибухонебезпечності широкої фракції легких вуглеводнів

Температура спалаху в закритому тигелі, °С	
- Пропан	-
- Н-бутан	-60
- Изо-бутан	-60
- Изо-пентан	-52
- Пентан	-40
Концентраційні межі спалаху парів, % від заг.	
- Пропан	2,1/9,5
- Н-бутан	1,8/9,1
- Изо-бутан	1,8/8,4
- Изо-пентан	1,3/7,6
- Пентан	1,4/7,8
Температура самозаймання, °С	
- Пропан	466
- Н-бутан	405
- Изо-бутан	462
- Изо-пентан	427
- Пентан	287

Характеристика небезпеки, що викликається продуктами горіння та термодеструкції: продукти, що утворюються – оксиди вуглець ГДК_{р.з.} (оксиду вуглецю) = 20мг/м³ (4 клас небезпеки)

Засоби, що використовуються для гасіння пожежі: пінний або вуглекислотний вогнегасники, вода в якості розпилювача, сухий пісок, азбестове полотно, водяний пар тощо.

Засоби індивідуального захисту при виникненні аварійної ситуації або при тушінні пожежі:

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № тодіш.

Виг.	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 11982812

Арк

49

Вогнезахисний костюм, захисний костюм Л-1 або Л-2 у комплекті з промисловим протигазом РПГ- 67. Якщо в повітрі знаходиться невелика концентрація ШФЛУ, то потрібно використовувати спецодяг, малогабаритні промислові протигазу, захисний костюм з автономною подачею очищеного повітря, маслостійкі рукавиці, а також спеціальне взуття.

Заборонене гасіння газу, якщо потік цього газу неможливо негайно перекрити. Обов'язково використовувати розпорошену воду для тушіння. Якщо є можливість без особливого ризику прибрати балони з місця пожежі, то потрібно негайно це зробити для запобігання більших масштабів аварії.



Рисунок 4.2 – Респіратор РПГ-67



Рисунок 4.3 – Захисний костюм легкий Л-1

Запобігання та ліквідація аварійних та надзвичайних ситуацій при витокі або вибуху ШФЛУ:

Інв. № у годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11982812					Арк
					Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	50

Правила зберігання широкої фракції легких вуглеводнів та робота з нею на вантажних роботах

Застереження відносно поводження з ШФЛУ:

1. Інженерні методи запобігання надзвичайних ситуацій: обов'язкова вентиляція усіх приміщень, в яких можливе попадання широкої фракції легких вуглеводнів; необхідне використання інструментів, що унеможливають виникнення іскор, а також герметичного обладнання; обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту та дотримуватися правил гігієни; в приміщення, що призначені для використання та зберігання ШФЛУ суворо заборонений можливий контакт з відкритим вогнем; усі ємності та трубопроводи, що призначені для зберігання та транспортування ШФЛУ, повинні обов'язково бути захищені від накопичення статичної електрики;

2. Методи для захисту навколишнього природного середовища: важливо забезпечувати щільну герметичність обладнань та комунікацій; унеможливити потрапляння ШФЛУ до каналізаційних стоків, відкритих водойм, ґрунтів, а також парів в повітряне середовище; потрібно використовувати установки герметичного зливу, системи автоматизації для зливу та наливу ШФЛУ;



Рисунок 4.5 – Приклад кульових резервуарів для зберігання великих об'ємів ШФЛУ

Підп. і дата

Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.

Підп. і дата

Інв.№тодл.

Виг.	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дата

ТС 11982812

Арк

52



Рисунок 4.6 – Приклад горизонтальних резервуарів для зберігання ЩФЛУ

Правила та термін зберігання широкої фракції легких вуглеводнів:

1. Конструктивні особливості ємностей та вентиляцій: ЩФЛУ потрібно зберігати в горизонтальних або кульових металевих резервуарах при високому тиску, що унеможлиблюють потрапляння до резервуару пилу та можливих атмосферних опадів; унеможливити потрапляння води до резервуару, що повинно забезпечуватися конструктивними особливостями самого резервуару для легкого дренажу води; тиск в середині резервуару після зливу зрідженого газу повинен бути не менше 50540 Па (380 мм рт. ст.); також обов'язковим є відсутність статичної електрики на ємностях зберігання ЩФЛУ.

2. Матеріали та речовини, що не повинні бути поряд з ємностями та резервуарами зберігання ЩФЛУ: вибухонебезпечні матеріали; легкозаймисті рідини та тверді речовини; органічні кислоти; їдкі та корозійні речовини;

Вимоги до матеріалу для зберігання ЩФЛУ:

1. Обов'язково металічна тара;
2. Новий резервуар всередині повинен бути з маслобензостійким покриттям, що відповідає усім вимогам електростатичної безпеки.

Термін зберігання при виконанні усіх умов зберігання та транспортування: 3 місяці.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № тоді.	

Виг.	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата
------	-----	-----------	-------	------

ТС 11982812

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі було вивчено питання утилізації широкої фракції легких вуглеводнів різними методами, а саме: конденсації, адсорбції, абсорбції, ректифікації.

У першому розділі була проведена оцінка впливу широкої фракції легких вуглеводнів на навколишнє природне середовище (атмосфера, гідросфера та ґрунти). Визначено вплив широкої фракції легких вуглеводнів на основні властивості ґрунтів. Охарактеризована взаємодія з водою та водними екосистемами. Виявлені найбільш вразливі групи організмів та компоненти цих екосистем.

У другому розділі було охарактеризований об'єкт бакалаврської роботи. Були визначені характеристики кожного з елементів широкої фракції легких вуглеводнів. Охарактеризовано фізичні та хімічні властивості об'єкта, визначена основна товарна продукція, що може бути отримана з широкої фракції легких вуглеводнів.

У третьому розділі було описано декілька методів утилізації широкої фракції легких вуглеводнів, такі як абсорбція, адсорбція, конденсація, використання мембранних технологій, а також ректифікація. Визначено принципи дії цих методів та наведено приклади роботи їх систем. Було проведено аналіз розсіювання та впливу ШФЛВ при виникненні аварій в резервуарах зберігання зріджених вуглеводневих газів з подальшим використанням методу ректифікації для зріджених вуглеводневих зменшення їх впливу. Була приведена залежність розсіювання зріджених вуглеводневих газів у резервуарі після проходження ректифікаційної колони. Також увага приділяється основним можливим аваріям на місцях зберігання зріджених вуглеводневих газів зі вмістом широкої фракції легких вуглеводнів.

У четвертому розділі увага приділяється правильному технологічному відношенню щодо широкої фракції легких вуглеводнів. Охарактеризований вплив широкої фракції легких вуглеводнів на людину. Були приведені правила

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 11982812	Арк
						54

пожежної безпеки, потрібні засоби індивідуального захисту у разі виникнення непередбачених ситуацій при роботі з широкою фракцією легких вуглеводнів.

Інв. № у одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

					ТС 11982812	Арк
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		55

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Амбросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем.: Химия, 2018. С. 608
2. Давыдова С.Л. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды. Учебное пособие для вузов.: Изд-во РУДН, 2017. С. 131.
3. Халимов Э.Н. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти на свойства почвы.: Вестник МГУ, 2010. С. 59-64.
4. Тюленева В.А. Биовосстановление почв, загрязненных нефтепродуктами.: Изд-во СКНЦВШ, 2009. С. 228.
5. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа.: Издательство Московского университета, 2015. С. 28-30.
6. Соромотин А.В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенных беспозвоночных. *Сибирский экологический журнал*. 2010. С.549-552.
7. Мірошніченко Н.Н., Фатєєв А.І., Панасенко В.І. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні. *Вісник аграрної науки*, 2002. С. 52-54.
8. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы. *Экология нефтегазового комплекса*, 2011. С. 180-191.
9. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов Л.И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. М.: Наука, 2001. С. 125.
10. Мірошніченко М. М. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні. *Вісник аграрної науки*, 2002. №10. С. 52-54.
11. Андерсон Р.К. Вивчення чинників, які впливають на біорозклади нафти у ґрунті / Андерсон Р.К., Пропадушая Л.А. // *Коррозія і захист нафтогазовидобувної промисловості*, 1979. №3. С. 30-32.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № тодл.

						ТС 11982812	Арк
Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			56

12. Некос В.Ю. Экологичні проблеми забруднення компонентів природного середовища нафтопродуктами/ Некос В.Ю. Крайнюков О.М. // 1-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф. : тези допов., 2012. С. 237.

13. Карцев А.А. Основы геохимии и газа.: Недра, 2007. С. 75.

14. Неручев С.Г. Справочник по геохимии нефти и газа.: Издательство Недра, 1998. С. 576.

15. Джеймс Г.С. Анализ нефти. Справочник/перевод с английского.: ЦОП Профессия, 2010. С. 480.

16. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России: в 2 ч. / Аджиев А.Ю., Пуртов П.А., Краснодар: ЭДВИ, 2014. С. 504.

17. Бусыгин И.Г., Бусыгина Н.В., Николаев В.В. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа / И. Г. Бусыгина / М.: Недра, 1998. С. 134.

18. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочни. Л.: Машиностроение, 2005. С. 752.

19. Остриков А.Н. Практикум по курсу «Технологическое оборудование». Воронеж. гос. технол. акад, 1999. С. 424.

20. Инглунд Г.С., Калверт С.А. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. М.: Metallurgy, 2015. С. 35-40.

21. Общие правила взрывобезопасности для взрывоопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. (ПБ 09-170-98). М.: Госгортехнадзор, 1998.

22. Сумской С.И., Ефремов М.В., Лисанов М.В., Софьин А.С. Сравнение результатов моделирования аварийных выбросов опасных веществ с фактами аварий, 2008. №10. С. 42-50.

23. Козлитин А.М. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование, анализ и оценка опасностей техносферы: учеб. Пособие / Козлитин А.М., Козлитин П.А.: Издательство Дом «Райт-Экспо», 2013. С. 136.

Підп. і дата					TC 11982812	Арк 57
	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.				
Підп. і дата						
Інв.№годл.	Виг.	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дата	

