

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ЕКОЛОГІЇ**

КАФЕДРА екології

Допускається до захисту

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 р.

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ім'я та прізвище)

## ***КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА***

бакалавр

(освітній ступень)

**на тему: „Екологічна оцінка діяльності лінійно-виробничої диспетчерської станції «Броди» підприємств магістральних нафтопроводів «Дружба»”**

Виконав студент IV курсу, групи Еко-22СП

спеціальності 101 «Екологія»

Українець Р.С.

Керівник Петро ХІРІВСЬКИЙ \_\_\_\_\_

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК \_\_\_\_\_

**Львів - 2023**

Міністерство освіти та науки України  
Львівський національний університет природокористування  
Факультет агротехнологій та екології  
Кафедра екології  
Освітній степінь «бакалавр»  
Спеціальність 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Завідувач кафедри. \_\_\_\_\_  
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2022р.

### ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студента  
Українця Романа Степановича  
Керівник кваліфікаційної роботи Хірівський Петро Романович,  
кандидат біологічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 10 червня 2023 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

Літературні джерела \_\_\_\_\_

Характеристика діяльності підприємства \_\_\_\_\_

Характеристика технічного стану резервуарів для зберігання нафти \_\_\_\_\_

Характеристика екологічного стану резервуарів для зберігання нафти \_\_\_\_\_

Лабораторне устаткування \_\_\_\_\_

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити \_\_\_\_\_

ВСТУП

1. Екологічна характеристика технологічних процесів, що використовуються при зберіганні і транспортуванні нафти на ЛВДС "Броди".

2. Еколого-інженерні розрахунки викидів

2.1. Розрахунок викидів вуглеводнів з ємностей та залізничних цистерн

2.2. Розрахунок викидів шкідливих речовин при роботі котельної.

2.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин технологічною насосною станцією

2.4. Розрахунок викидів з нафтовловлювачів

2.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин у ЦРМ (центральна ремонтна майстерня)

2.6. Розрахунок параметрів газоповітряної суміші в точці виходу із джерела викиду. Група ємностей РВ-5000, РВ-10000

2.7. Перекачувальна насосна станція ("Дружба-І"), ("Дружба-ІІ"), підпірна насосна станція ("Дружба-ІІ")

2.8. Визначення переліку шкідливих речовин, що підлягають контролю

2.9. Визначення класу небезпечності ЛВДС "Броди"

3. Аналітичне визначення парів нафтопродуктів в об'єктах довкілля.
4. Еколого-компенсаційні заходи на ЛВДС "Броди"
5. Охорона праці

Висновки.

Бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Схеми, рисунки, світлини

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4	Хірівський П.Р., доцент кафедри екології		
5	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК		

7. Дата видачі завдання 10 вересня 2022 р.

Календарний план

№п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Написання Вступу та розділу 1. Екологічна характеристика технологічних процесів, що використовуються при зберіганні і транспортування нафти на ЛВДС "Броди".	10.09.22-29.11.22	
2	Написання розділів 2 Еколого-інженерні розрахунки викидів та 3. Аналітичне визначення парів нафтопродуктів в об'єктах довкілля.	10.12.22-20.01.23	
3	Написання розділів 4. Еколого-компенсаційні заходи на ЛВДС "Броди", Охорона праці, формування висновків та бібліографічного списку	20.01.23-10.06.23	

Студент \_\_\_\_\_ Роман УКРАЇНЕЦЬ  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Петро ХІРІВСЬКИЙ  
(підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ І ТРАНСПОРТУВАННІ НАФТИ НА ЛВДС "БРОДИ" .....	8
1.1. Характеристика технологій і обладнання.....	8
1.2. Перелік та характеристика шкідливих речовин, які викидаються в атмосферне повітря.....	15
1.3. Параметри викидів токсичних політантів в атмосферне повітря для розрахунку гранично допустимих викидів.....	18
2. ЕКОЛОГО-ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ВИКИДІВ.....	26
2.1. Розрахунок викидів вуглеводнів з ємностей та залізничних цистерн.....	26
2.2. Розрахунок викидів шкідливих речовин при роботі котельної.....	35
2.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин технологічною насосною станцією.....	37
2.4. Розрахунок викидів з нафтовловлювачів.....	38
2.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин у ЦРМ (центральна ремонтна майстерня).....	39
2.6. Розрахунок параметрів газоповітряної суміші в точці виходу із джерела викиду. Група ємностей РВ-5000, РВ-10000.....	42
2.7. Перекачувальна насосна станція ("Дружба-І"), ("Дружба-ІІ"), підпірна насосна станція ("Дружба-ІІ").....	43
2.8. Визначення переліку шкідливих речовин, що підлягають контролю....	44
2.9. Визначення класу небезпечності ЛВДС "Броди".....	45
3. АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРІВ НАФТОПРОДУКТІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ.....	47
3.1. Метод газової хроматографії.....	47
3.2. Результати аналізу.....	51
4. ЕКОЛОГО-КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ НА ЛВДС "БРОДИ".....	54
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59

5.1. Аналіз умов праці на ЛВДС "Броди" .....	59
5.1.1. Стан виробничого травматизму і професійних захворювань.....	59
5.2. Заходи для покращення умов праці.....	60
ВИСНОВКИ.....	64
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	66

## ВСТУП

Інтенсифікація залучення природних ресурсів в економічну сферу, використання людиною природи, розширення масштабів виробництва, приводять до потужного навантаження на природний потенціал, що зменшує можливість самовідновлення відновних невичерпних природних ресурсів та загострює екологічну кризу у глобальному масштабі. Можна привести наступні приклади: масове використання викопного палива в енергетичній галузі приводить до викиду в атмосферу оксидів вуглецю, що приводить до зміни клімату (зміна температурного режиму землі), викиди в атмосферне повітря фреонів, оксидів азоту, аерозольних домішок, що руйнують озоновий шар Землі, до негативних змін в навколишньому середовищі приводять також забруднення важкими металами, радіоактивними речовинами, засобами захисту рослин та мінеральними добривами, лікарськими та ветеринарними препаратами. Види шкідливих речовин в атмосферу, скиди в водне середовище, морський та річковий транспорт сприяють накопиченню токсичних поллютантів у гідроекосистемах морів та річок. Важливе значення має також транскордонне перенесення шкідливих речовин.

Дослідження, що проводилися на ЛВДС "Броди" по вивченню інтенсивності викидів шкідливих речовин показали, що підприємство є доволі потужним забруднювачем навколишнього середовища. Викиди в атмосферу токсичних поллютантів відбуваються на всіх етапах виробничого процесу. Перед нами стояло завдання визначити основні джерела викидів забруднюючих речовин в робочій зоні підприємства. Проаналізувати якісний та кількісний склад поллютантів. Розробити рекомендації, щодо оптимізації викидів токсичних забруднювачів. Зробити обґрунтовані висновки.

# 1. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ І ТРАНСПОРТУВАННІ НАФТИ НА ЛВДС "БРОДИ"

## 1.1. Характеристика технологій і обладнання

Основним виробничим призначенням ЛВДС "Броди" є перекачка, прийом, зберігання та налив нафти, яка поступає з магістрального нафтопроводу "Дружба". Основна частина нафти закачується на перекачувальну станцію "Карпати", а незначна частина переливається у залізничні цистерни та відправляється для переробки.

Основна маса нафти, яка закачується на ЛВДС "Броди", це суміш ромашкінської, західно-сибірської та калтасінської. З липня 2009 р. на ЛВДС почала поступати речицька нафта.

Фізико-хімічні характеристики даних марок нафт наведені у табл. 1., [4].

Таблиця 1. -Фізико-хімічні властивості нафти, що поступає на ЛВДС "Броди"

Нафта	Густина при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	Тиск насичених парів, мм рт.ст.		Вміст, %		
		у бомбі Рейда	t° насичення	сірки	парафіну	води
Суміш західно-сибірської, ромашкінської, калтасінської нафти	860,3	329	39	1,51	3,2	0,18
Речицька	841,0	309	39	0,44	5,2	0,21

Для прийому нафти на ЛВДС встановлені ємності місткістю 5000 і 1000 м<sup>3</sup>. Речицька нафта закачується у ємності № 1, 16, 17, 18, 20, 21. Резервуар № 19 не експлуатується.

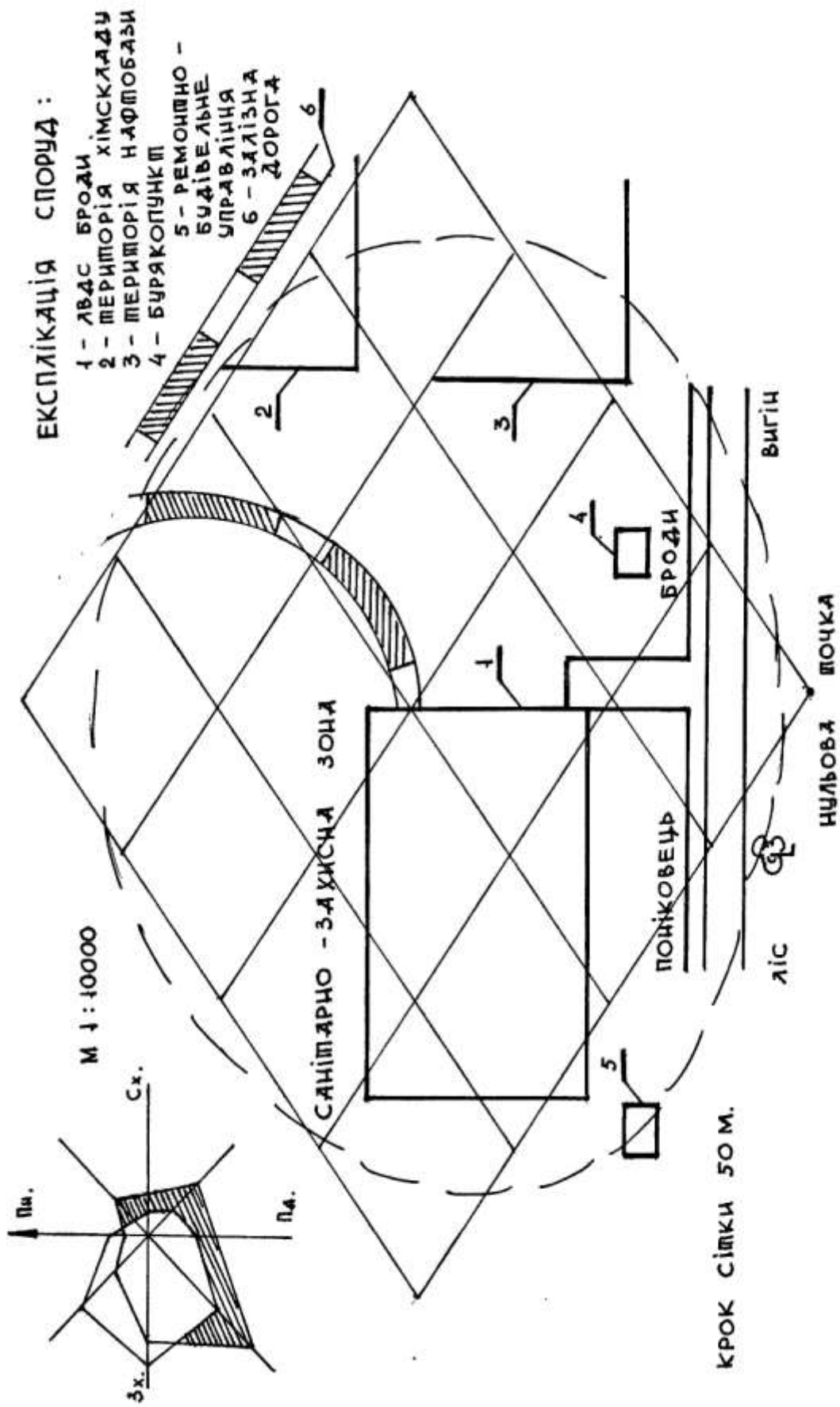


РИС. СИТУАЦІЙНИЙ ПЛАН ЛВДС БРОДИ



Таблиця 2.-Технічна характеристика ємностей ЛВДС "Броди"

Номінальний об'єм ємності, м <sup>3</sup>	Номер резервуару	Назва нафти, що зберігається	МАХ t <sup>0</sup> нафти (липень), °С	МШ об'єм нафти у ємності, м <sup>3</sup>	Об'єм допустимого рівня наливу, м <sup>3</sup>	МАХ продуктивність закачування, м <sup>3</sup> /год	Характеристика дихельних клапанів		Характеристика запобіжних клапанів	
							ТИП	К-СТЬ	ТИП	К-СТЬ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
РВ-5000	1	речицька	20	-/-	4048	1530	НКДМ 250	2	КПС 250	2
	2	-/-	-/-	-/-	4054	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	3	-/-	-/-	-/-	4051	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	4	-/-	-/-	-/-	4051	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	5	-/-	-/-	-/-	4051	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	6	-/-	-/-	-/-	4049	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
РВ-10000	16	-/-	-/-	316	9151	-/-	КД-350 КДС-1000	2	КДС-1000	3
	17	суміш ромаш. і Зх-Сибірської	-/-	369	9139	2550	-/-	-/-	-/-	-/-
	18	суміш ромаш. і Зх-Сибірської	-/-	368	9132	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

20	суміш ромаш. і Зх- Сибірської	-/-	369	4547	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
21	-/-	-/-	369	4547	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
19	-/-		369	9157	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

Закачування та викачка нафти з ємностей з вуглеводнями на ЛВДС "Броди" працює цілодобово. Технічні параметри резервуарів наведені у табл. 2.

Насоси першої і другої черги здійснюють ведеться перекачування нафти по трубопроводу. На насосній станції перекачки першої черги встановлені основні насоси СО 300/2/100 (3 шт.) та підпірні МБ 400/600 (2 шт.); роботу насосної станції другої черги забезпечують основні насоси типу НМ 3600-230 (4шт.) та підпорні насосами 20 НДсН (2 шт.). Нафта по трубопроводу в основному перекачується насосною станцією другої черги, В цій операції задіяні один або два насоси.

Налив нафти проводиться на залізничній естакаді. Її довжина становить 289 м. Робоча зона естакади двостороння (по 25 цистерн з кожного боку). Середній налив нафти за добу становить 2 маршрути (100 цистерн). Нафта поставляється в цистерни за допомогою підпорних насосів першої черги.

Технічні показники балансу нафти на ЛВДС "Броди" наведені у табл. 3.

Таблиця 3. – Кількісні балансові показники нафти на ЛВДС "Броди"

Прихід		Витрати	
Технологічні операції	К-сть	Технологічні операції	К-сть
Налив, всього, т	2195000	-	-
у т.ч. речницька нафта, т	104532	-	-
у т.ч. суміш ромашкінської і західно-сибірської нафти, т	1149702	Поставки первинним споживачам	1105001
Всього: закачано по трубопроводу, т	24100000	Всього: відкачано по трубопроводу, т	21905000

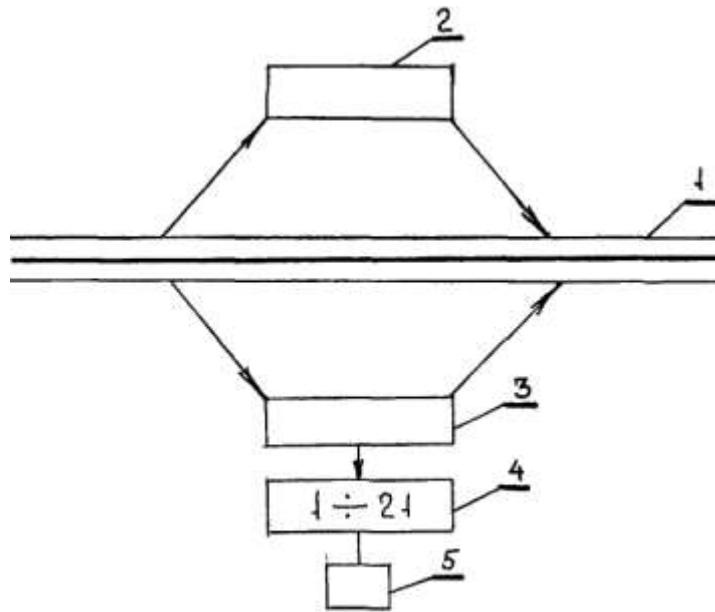


Рис.2. Блок-схема технологічного процесу

1. Нафтопровід
2. Технологічна насосна станція "Дружба-I"
3. Технологічна насосна станція "Дружба-II"
4. Резервуари вертикальні
5. Налив споживачам

Для ЛВДС "Броди" основними забруднюючими агентами навколишнього середовища являються викиди вуглеводнів. Загальні величини викидів фракцій вуглеводнів в атмосферне повітря напряму пов'язані із властивостями нафти та технологічними процесами.

Викид вуглеводнів в атмосферне повітря з нафтових ємностей ЛВДС відбувається внаслідок проникнення парів нафти та витіснення їх при здійсненні технологічних операцій по заповненню ("зворотній видих", "малі" та "великі" дихання, та ін.). При наливі залізничних цистерн відбуваються аналогічні процеси. Узагальнюючи величини викидів вуглеводнів з нафтових ємностей та залізничних цистерн, можна констатувати, що вони залежать від концентрації легких вуглеводнів у нафті, її температури, типу та об'єму ємностей, режиму їх роботи, швидкості наповнення ємності (цистерни) та ін..

Через дихальну арматуру відбувається викид вуглеводнів з ємностей, через горловину у цистернах.

Вентиляційні шахти та приміщення насосної станції ЛВДС "Броди" є також джерелом викиду вуглеводнів. Від насосів відбувається викид вуглеводнів. Він залежить від кількості насосів, які працюють одночасно, виду насоса та за яким типом ущільнений вал. Всі насосні станції обладнані приточно-витяжною системою вентиляції.

Для Всі приміщення адміністративного та виробничого призначення на ЛВДС "Броди" забезпеченні теплом. Для цього на підприємстві обладнана котельня, яка в процесі роботи є причиною викиди оксиду карбону, оксидів нітрогену. Характеристика котлів, які змонтовані у котельні, наведена у табл.4.

Таблиця 4.- Технічна характеристика опалювальних котлів та період опалювального сезону

Марка котла	Показники	Одиниці виміру	Величина
КБНГ-2,5 (1 шт.)	Продуктивність номінальна	мВт	2,8
	Фактична	-/-	2,7
	Тип топки	-/-	камерна
	Вид палива	-/-	газ природ.
	Фактична витрата палива	м <sup>3</sup> /год	323
	Період роботи котла на рік	міс.	6
НИИСТУ-5М (1 шт.)	Фактична продуктивність	Гкал/год	0,72
	Тип топки	-/-	ГТВ
	Вид палива	-/-	газ природ.
	Максимальна витрата палива	м <sup>3</sup> /год	943
	Тривалість роботи котла на рік	міс.	5

Дані котли працюють за чергою: 6 місяців — КБНГ-2,5 (опалення і гаряча вода), 5 місяців — НІИСТУ-5М (гаряча вода).

Це одним джерелом викидів забруднюючих речовин на ЛВДС "Броди" є центральні ремонтні майстерні. При проведенні зварювальних робіт в атмосферне повітря викидаються наступні шкідливі речовини -манган та його оксиди, сполуки кремнію). також дані викиди відбуваються при механічній обробці металів. У механічній майстерні встановлено 4 - токарно-гвинторізні, 2 - фрезерні, плоскошліфувальний, строгальний та відрізний станки.

Отже можна зробити висновок, що джерелами викидів вуглеводнів на ЛВДС "Броди" є залізнична естакада, парк нафтових резервуарів, технологічні насоси та нафтопастки. Джерелом викидів оксиду карбону, оксидів нітрогену є димова труба котельні. Джерелами організованих викидів (ті, що відводяться в атмосферу за допомогою спеціальних пристроїв та вентилюються) є нафтові ємності, технологічна насосна станція, котельня та ремонтні майстерні, до неорганізованих джерел відносимо залізничну естакаду та нафтовловлювачі.

## **1.2. Перелік та характеристика шкідливих речовин, які викидаються в атмосферне повітря**

Аналіз джерел та аналіз хімічного складу та властивостей шкідливих речовин дають змогу представити їх наступним чином (табл. 5.) [7].

Результати аналізу газоповітряної суміші, яка виділяється з резервуарів та люків цистерн при їх наповненні, висвітлені в табл. 5.-10. [1].

Таблиця 5. Речовини, які викидаються в атмосферу ЛВДС "Броди"

Назва речовини	ГДК мр мг/м <sup>3</sup>	ГДК сд мг/м <sup>3</sup>	ОБРВ мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Фактичний викид речо- вин т/рік
Метан	-	-	50	4	36,863
Етан	-	-	-	-	780,07
Пропан	-	-	-	-	5412,807
Бутан	200	-	-	4	3705,842

Пентан	100	26	-	4	1609,928
Гексан	60	-	-	3	305,189
Оксид вуглецю	7	4	-	4	4,973
Оксид азоту	0,4	0,07	-	2	0,364
Діоксид азоту	0,086	0,05	-	2	2,242
Зважені речовини	0,6	0,16	-	3	0,027
Марганець і його сполуки	0,02	0,002	-	1	0,002
Фториди	0,3	0,02	-	2	0,002
Фтористий водень	0,03	0,004	-	2	0,002
Сполуки кремнію	0,03	0,006	-	2	0,001

Таблиця 6. - Хімічний склад газоповітряної суміші вуглеводнів з ємностей по зберіганню речичської нафти

Компоненти	Склад суміші % по об'єму	Склад суміші без повітря % по об'єму	Молекулярна маса індив. вуглеводнів кг/моль	Масова концентрація <i>i</i> -тої речовини
метан	-	-	17	-
етан	0,73	7,79	31	4,644
пропан	4,87	52,77	43	46,188
бутан	2,64	28,44	57	32,809
пропан	0,84	8,98	73	12,451
C <sub>6</sub>	0,17	2,07	87	3,524
Всього	9,22	101,05		99,616

Таблиця 7.- Хімічний склад газоповітряної суміші вуглеводнів з ємностей по зберіганню західносибірської, ромашкінської, калтансінської нафти

Компоненти	Склад суміші % по об'єму	Склад суміші без повітря % за об'ємом	Молекулярна маса окремих. вуглеводнів кг/моль	Масова концентрація <i>i</i> -тої речовини
метан	0,17	1,06	16	0,349
етан	1,54	10,22	31	6,232
пропан	7,71	51,55	43	46,142

бутан	3,96	26,51	57	31,272
пропан	1,41	9,36	73	16,683
C <sub>6</sub>	0,21	1,35	87	2,344
Всього	15,00	100,050		100,000

Таблиця 8.- Якісний та кількісний склад газоповітряної суміші, який виділяється крізь горловини цистерн

Компоненти	Склад суміші % по об'єму	Склад суміші без повітря % по об'єму	Молекулярна маса окремих вуглеводнів кг/моль	Масова концентрація <i>i</i> -тої речовини
метан	-	-	17	-
етан	0,14	4,75	31	2,712
пропан	1,33	48,73	43	40,701
бутан	0,85	30,76	57	33,883
пропан	0,30	11,36	73	15,514
C <sub>6</sub>	0,11	4,41	87	7,125
Всього	2,79	100,01		99,933

Таблиця 9.- Якісний та кількісний склад газоповітряної суміші на виході з насосної "Дружба-І"

Компоненти	Склад суміші % по об'єму	Склад суміші без повітря % по об'єму	Молекулярна маса окремих вуглеводнів кг/моль	Масова концентрація <i>i</i> -тої речовини
метан	-	-	17	-
етан	0,08	8,15	31	4,86
пропан	0,46	52,34	43	45,72
бутан	0,23	27,92	57	32,15
пропан	0,07	9,31	73	13,84
C <sub>6</sub>	0,04	2,34	87	3,96
Всього	0,88	100,06		100,53



Таблиця 10.- Якісний та кількісний склад газоповітряної суміші, на виході основної та підпорної насосної "Дружба-ІІ"

Компоненти	Склад суміші % по об'єму	Склад суміші без повітря % по об'єму	Молекулярна маса окремих вуглеводнів кг/моль	Масова концентрація <i>i</i> -тої речовини
CH <sub>4</sub>	0,04	1,57	17	0,531
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,11	9,37	31	5,921
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,72	48,71	43	51,381
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,41	31,24	57	38,161
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,02	0,77	73	1,182
C <sub>6</sub>	0,01	1,55	87	2,822
Всього	1,31	93,21		99,998

### 1.3. Параметри викидів токсичних політантів в атмосферне повітря для розрахунку гранично допустимих викидів.

Параметри викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря наведені у таблиці 11, яка складена згідно стандарту та за результатами інвентаризації

Фізико-хімічні властивості нафти, яка поступає на ЛВДС "Броди", а також потужність викидів вуглеводнів, яка залежить від вмісту у нафті легких вуглеводнів та технологічних процесів, описані у розділі екологічна характеристика процесів, що проходять при зберіганні та транспортуванні нафти. Вказано і інші джерела викиду вуглеводнів, та їхній компонентний склад газоповітряної суміші.

Таблиця 11. -Параметри викиду забруднюючих речовин в атмосферу для розрахунку ГДВ

Вироб- ництво	Цех	Джерела види забруднюючих речовин		Кількість годин роботи в рік	Назва джерела викиду забруднюючих речовин	Кількість джерела викиду шкідливих речовин		Номер джерел а викиду		Висота джерела викиду на плані м		Діаметр гирла труби, м	
		Назва	К-сть			7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Підпри- ємство магістра- льних нафто- проводів "Дружба"	ЛВДС "Броди"	Насосна "Дружба-I"	1	7825	вент. шахта	1	1	1	1	7,5	7,5	0,3	0,3
		Насосна "Дружба-II"	1	8760	-/-	1	1	2	2	7,5	7,5	0,5	0,5
		Резервуар РВЗ- 5000	6	8760	клапан	6	6	3	3	12,8	12,8	0,866	0,866*
		Резервуари РВЗ-10000	6	8760		5	6	4	4	13,5	13,5	2,595	2,595*
		Підпірна насос- на "Дружба-II"	1	8760	вент. шахта	1	1	5	5	7,5	7,5	0,35	0,35

	ЦРМ (зварювальний пункт)	1	240	-/-	1	1	6	6	6	6	0,4	0,4
	Нафтовловлювач	1	8760	неорг викид	1	1	7	7	2,0	2,0	-/-	-/-
	Котельня	1	8760	труба	1	1	8	8	30	30	0,8	0,8
	Естакада	1	7825	неорг викид	1	1	9	9	4	4	3,47*	3,47*
	Нафтовловлювач	1	8760	-/-	1	1	10	10	2,0	2,0	-/-	-/-

Продовження таблиці 11.

Номер джерела викиду на плані	Параметри газоповітряної суміші на виході джерела викиду					
	швидкість		джерела на одну трубу, м <sup>3</sup> /с		температура, °С	
	існуючі	проектні	існуючі	проектні	існуючі	проектні
18	19	20	21	22	23	24
1	31,061	31,061	2,191	2,192	22,1	22,0
2	14,421	14,421	2,832	2,832	22,2	22,0

3	0,610	0,610	0,362	0,361	21,2	21,3
4	0,057	0,057	0,281	0,281	21,2	21,2
5	30,180	30,180	2,720	2,720	22,0	22,0
6	8,412	8,412	0,995	0,993	20,0	20,1
7	-	-	-	-	24,6	24,6
8	1,962	1,962	0,984	0,986	130,1	130,0
9	0,034	0,034	0,305	0,305	28,1	28,0
10	-	-	-	-	24,8	24,6

Таблиця 12. - Склад викидів в атмосферу

Номера джерел	Найменування речовин	Викиди забруднюючих речовин					
		ІС			ГДВ		
		г/с	мг/м <sup>3</sup>	т/рік	г/с	мг/м <sup>3</sup>	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8
1	CH <sub>4</sub>	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,0014	0,5937	0,037	0,0014	0,5936	0,037
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,0126	5,798	0,0359	0,0128	5,798	0,0357
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,0088	4,066	0,252	0,0088	4,066	0,252
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,0037	1,736	0,109	0,0037	1,736	0,109

	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,0012	0,503	0,032	0,0012	0,503	0,032
2	CH <sub>4</sub>	0,000046	0,01555	0,002	0,000046	0,01556	0,002
1	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,00049	0,1733	0,015	0,00048	0,1733	0,017
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,00427	1,513	0,136	0,00429	1,513	0,137
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,00317	1,1236	0,101	0,00317	1,1236	0,100
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000097	0,0345	0,004	0,000097	0,0347	0,004
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,00026	0,0845	0,008	0,00025	0,0849	0,0067
3	CH <sub>4</sub>	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,087	3013,18	34,207	1,087	3013,18	34,207
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	10,79	29972,23	340,27	10,78	29972,23	340,27
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	7,67	21277,76	241,8	10,78	29972,24	340,27
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,908	9080,57	91,73	2,908	9080,57	91,73
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,824	2286,12	25,98	0,824	2286,12	25,96
4	CH <sub>4</sub>	1,1686	4173,93	86,87	1,1688	4173,93	86,87
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	20,94	74750,1	660,03	20,94	74750,1	660,03
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	154,96	553392,86	4886,7	154,96	553392,87	4886,7
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	150,03	375071,43	3811,98	105,03	375071,43	3811,98
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	45,97	164107,16	1449,05	45,96	164107,15	1449,05

1	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	7,89	28142,87	248,37	7,89	28142,87	248,37
5	CH <sub>4</sub>	0,000046	0,01617	0,002	0,000045	0,01619	0,002
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,00048	0,1803	0,017	0,00048	0,1803	0,015
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,00426	1,5736	0,137	0,00427	1,5736	0,136
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,00316	1,1692	0,101	0,00317	1,1692	0,100
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000097	0,03604	0,004	0,000097	0,03604	0,004
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,00025	0,08825	0,008	0,00025	0,08825	0,008
6	Марганець і його окис	0,001214	1,287	0,002	0,000014	1,284	0,002
	Сполуки кремнію	0,0001679	0,1779	0,002	0,0001677	0,0777	0,002
	Фтористий водень	0,0001562	0,1655	0,003	0,0001562	0,1655	0,002
	Фториди	0,0004363	0,4622	0,001	0,0004363	0,4622	0,001
	Окис вуглецю	0,0177	18,645	0,006	0,0177	18,645	0,006
	Оксид азоту	0,00023	0,2437	0,001	0,00023	0,2437	0,001
	Діоксид азоту	0,01425	15,086	0,007	0,01425	15,087	0,006
	Пил	0,0307	32,416	0,027	0,0307	32,414	0,027
	Зварювальний аерозоль	0,00015	0,1484	0,003	0,00015	0,1484	0,002
1	2	3	4	5	6	7	8
7	CH <sub>4</sub>	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,0367	213,6	1,16	0,0367	213,6	1,17
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,347	2012,6	10,89	0,347	2012,6	10,87
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,244	1417,6	7,66	0,244	1417,6	7,66
8	Оксид азоту	0,01127	11,407	0,364	0,01125	11,407	0,364
	Діоксид азоту	0,06927	70,194	2,237	0,06927	70,194	2,235
	Окис вуглецю	0,1576	159,576	4,967	0,1576	159,576	4,967
9	CH <sub>4</sub>	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,388	11727,273	10,93	0,386	11727,273	10,92
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5,83	176363,65	163,85	5,83	176363,64	163,85
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	4,85	146666,66	136,43	4,83	146666,65	136,43
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,2	63636,37	62,46	2,2	63636,37	62,46
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	1,026	31121,213	28,93	1,026	31121,213	28,93
10	CH <sub>4</sub>	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,0367	213,6	1,16	0,0367	213,6	1,17
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,346	2012,6	10,87	0,346	2012,7	10,89
1	2	3	6	5	6	7	8
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,244	1417,4	7,66	0,244	1417,7	7,67
	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,105	1190,1	3,253	0,105	1190,1	3,253

$C_6H_{14}$	0,04	175,1	0,944	0,04	175,1	0,946
-------------	------	-------	-------	------	-------	-------



## 2. ЕКОЛОГО-ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ВИКИДІВ

### 2.1. Розрахунок викидів вуглеводнів з ємностей та залізничних цистерн

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря з резервуарів та залізничних цистерн які наліті багатоконпонентними рідинами (нафта) визначають за формулою:

$$P_i = P_{вал} \cdot \frac{P_{538i} \cdot x_i \cdot M_i}{P_{538} \cdot M_{П}},$$

або

$$P_i = P_{вал} \cdot C_i \cdot 10^{-2},$$

де  $P_{вал}$  - валові викиди з відповідних резервуарів (кг/год);

$P_{538i}$ ,  $P_{538}$  - тиск насичених парів при температурі 38°C певної речовини відповідно над чистою та багатоконпонентною рідиною (ГПа);

$M_i$  і  $M_{П}$  - молекулярні маси парів  $i$ -тої речовини і багатоконпонентної рідини;

$x_i$  — молекулярна доля  $i$ -тої речовини в багатоконпонентній речовині (кг-моль/кг-моль суміші);

$C_i$  — масова концентрація  $i$ -того компоненту у парах нафтопродукту.

Кількість викидів в атмосферне повітря шкідливих речовин (кг/год), з ємностей внаслідок випаровування, розраховуємо за формулою:

$$P_p = 2,52 \cdot V^{рж} \cdot P_{538} \cdot M_{П} (K_{5x} + K_{5T}) K_6 K_7 (1 - \eta) \cdot 10^9, \quad (3.2) [7]$$

де  $V^{рж}$  - об'єм рідини, яка наливається у ємність протягом року, (м<sup>3</sup>/рік);

$M_{П}$  - молекулярна маса парів речовини;

$\eta$  - коефіцієнт ефективності газовловлюючого обладнання;

$K_{5x}$ ,  $K_{5T}$  - корегуючі коефіцієнти, які залежать від тиску парів  $P_{538}$  і температури газового об'єму відповідно у теплу та холодну пори року;

$K_6$  - коригуючий коефіцієнт, який залежить від тиску парів та річного обертання ємностей;

$K_7$  — коригуючий коефіцієнт, який залежний від технічного обладнання та режиму експлуатації.

При наповненні залізничних цистерн нафтопродуктами середня величина валових викидів в атмосферу (кг/год) вираховується за формулою:

$$P_{\text{цм}} = 2,52 \cdot V_{\text{ж}}^{\text{цм}} \cdot P_{538} \cdot M_{\text{п}}(K_{5\text{х}} + K_{5\text{т}}) - K_8(1 - \eta) \cdot 10^{-9}, \quad (3.3) [4]$$

де  $V$  — річний об'єм нафти, якою наповнюють цистерни, ( $\text{м}^3/\text{рік}$ );

$K_8$  — коефіцієнт, який є залежним від тиску парів та кліматичної зони.

Валовий викид вуглеводнів визначаємо за формулою (3.1.). Тиск нафтових парів речичької нафти згідно табл. 2.1., складає:

$$P_{538} = 309 \text{ мм рт.ст.} = 309 \times 133 = 41097 \text{ Па} = 410,971 \text{ гПа.} \quad (3.1.)$$

Об'єм рідини  $V$ , що поступає в резервуари на протязі року складає:

$$V_{\text{ж}}^{\text{р}} = G/\rho \quad (3.4)$$

де  $G$  - річне надходження речичької нафти ( $G$  — 1045400 — табл. 2.3.);  
 $\rho$  — середньорічна густина нафтопродукту, що знаходиться при середньорічній температурі нафтопродукту  $t = +12,5^\circ\text{C}$  за формулою:

$$\rho_{12,8} = \rho_{20} - \alpha_I (12,3-20), \quad (3.5)$$

де  $\rho_{20} = 841 \text{ кг/м}^3$  (табл. 2.1.);

$$\alpha_I = 1,827 - 0,01315 \rho_{20},$$

$$\alpha_I = 1,826 - 0,01316 \cdot 841 = 0,7694 \text{ (кг/м}^3 \cdot ^\circ\text{C)},$$

$$\rho_{12,8} = 841 - 0,7694 (12,3 - 20) = 846,5 \text{ (кг/м}^3).$$

Тоді:

$$V_{\text{ж}}^{\text{е}} = 1045400 \cdot 10^3 / 845,5 = 123609,8 \text{ м}^3$$

Молекулярна маса насичених парів речичької нафти становить:

$$M_n = \sum_{i=1} x_i \cdot M_i$$

де  $x_i$ ,  $M_i$  — об'ємна частка та молекулярна маса  $i$ -того компонента.

Скориставшись даними табл. 2.6., одержимо:

$$M_n = (7,78 \cdot 30 + 52,76 \cdot 44 + 28,43 \cdot 58 + 8,87 \cdot 72 + 2,06 \cdot 86) \cdot 10^{-2} = 50,26 \text{ (кг/моль)}.$$

Визначаємо коефіцієнти, які входять у формулу (2.2), призначену розрахунку температури газового об'єму. Для цього потрібно мати заміри значення середньої температури нафтопродуктів за 6 найбільш холодних та 6 найбільш теплих місяців року. Для цього скористуємося даними табл. 3.1. [за даними метеоцентру м. Броди].

Таблиця 13. - Середньомісячна температура нафти по ЛВДС "Броди"

Місяць	1	2	3	4	5	6
Температура, °С	6,8	5,7	4,1	8,7	13,5	16,7
Місяць	7	8	9	10	11	12
Температура, °С	18,9	19,9	18,2	14,8	12,2	9,4

Отже, згідно табл. 2.12 середньомісячна температура нафтопродуктів у ємностях за 6 холодних місяців  $t_{\text{жт}}^p = 7,46^\circ\text{C}$ , а середньомісячна температура для більш теплих місяців  $t_{\text{жт}}^p = 16,8^\circ\text{C}$ .

Середньомісячна температура повітря для 6 найбільш холодних і 6 найбільш теплих місяців визначається за формулами:

$$t_{\text{ГХ}}^p = K_{1X} + K_{2X}t_{\text{аХ}} + K_{3X}t_{\text{жХ}}^p, \quad (3.6)$$

$$t_{\text{ГТ}}^p = K_4 (K_{1T} + K_{2T}t_{\text{аТ}} + K_{3T}t_{\text{жТ}}^p), \quad (3.7) [9]$$

$K_{1T}$ ,  $K_{2T}$ ,  $K_{3T}$ ,  $K_{1X}$ ,  $K_{2X}$ ,  $K_{3X}$ ,  $K_4$  — коефіцієнти, які приймаються відповідно:

$$K_{1T} = 6,13;$$

$$K_{2T} = 0,42;$$

$$K_{3T} = 0,52;$$

$$K_{1X} = 0,4;$$

$$K_{2X} = 0,36;$$

$$K_{3x} = 0,63;$$

$$K_4 = 1.$$

Отже:

$$t_{\text{ГХ}}^p = 0,4 + 0,36 - (-1,3) + 0,63 - 7,75 = 4,6^\circ\text{C},$$

$$t_{\text{ГТ}}^p = 1(6,11 + 0,42 \cdot 15,5 + 0,51 \cdot 16,8) = 21,21^\circ\text{C}.$$

Для встановлення коефіцієнту  $K_6$  у формулі (3.2), враховуємо значення коефіцієнта обертання ємностей

$$n = V_{\text{ж}}^p / V_p$$

де  $V_p$  — об'єм ємностей (згідно табл. 2.2 —  $V_p = 24294 \text{ м}^3$ ) 1236309,7 кл

$$n = 1236309,7 / 24294 = 52.$$

Для середньої кліматичної зони:

$$K_6 = 1,93.$$

Резервуари які обладнані непримерзаючими клапанами, забезпечують надлишковий тиск до 20 гПа, тоді  $K_7 = 1$ .

Уловлюючі пристрої на ємностях відсутні, то  $\eta = 0$ .

Отже:

$$P_p = 2,53 \cdot 1236309,7 \cdot 408,32 \cdot 50,26 (0,225 + 0,4589) \cdot 1,92 \cdot 1 \cdot 10^{-9} = 84,2 \text{ кг/год} \\ = 23,37 \text{ (г/с)},$$

$$P_p = 736,717 \text{ (т/рік)}.$$

Тиск насичення парів суміші різних нафт:

$$P_{532} = 329 \text{ мм рт.ст.} = 329 \cdot 133 = 43628 \text{ Па} = 436,28 \text{ (гПа)}.$$

Об'єм рідини, яка поступає в резервуари:

$$V_{\text{ж}}^p = 21806000 \cdot 10^3 / 865,5 = 25193528 \text{ (м}^3\text{)},$$

$$\text{де, } \alpha_t = 1,826 - 0,001316 \cdot 860,3 = 0,695 \text{ (кг/м}^3 \cdot ^\circ\text{C)},$$

$$\rho_{12,8} = 860,3 - 0,695 (12,3 - 20) = 865,6 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Молекулярна маса парів суміші західно-сибірської та інших нафт:

$$M_{\text{П}} = (1,06 \cdot 17 + 10,22 \cdot 30 + 51,55 + 26,6 \cdot 58 + 9,36 \cdot 72 + 1,35 \cdot 86) \times 10^{-2} = \\ 49,16 \text{ кг/моль}.$$

Згідно визначених коефіцієнтів:

$$K_{1T} = 6,13;$$

$$K_{2T} = 0,42;$$

$$K_{3T} = 0,52;$$

$$K_{ix} = 0,4;$$

$$K_{2X} = 0,36;$$

$$K_{3X} = 0,63;$$

$$K_4 = 1.$$

Відповідно:  $t_{ГХ} = 4,6^\circ\text{C}$  і  $t_{ГТ} = 21,1^\circ\text{C}$ .

Коефіцієнт обертання ємностей (при їх одночасній роботі):

$$\Pi = 25193528/50266 = 502.$$

$$K_6 = 1,32.$$

Коефіцієнт  $K_7 = 1$ , пристрої для уловлювання парів відсутні.

Отже:

$$\Pi_P = 2,532 \cdot 25193528 \cdot 436,26 \cdot 49,15 (0,226 + 0,453) \cdot 1,321 \cdot 1 \times 10^{-9} = 12,089$$

$$\text{кг/год} = 335,9 \text{ (г/с)},$$

$$\Pi_P = 10590,86 \text{ (т/рік)}.$$

У залізничні цистерни заливається речицька нафта (всього — 1045310 т)  
та суміш ромашкінської і західно-сибірських нафт (всього - 1149710 т).

Відповідні об'єми наливу:

$$V_{\text{ж1}}^{\text{н}} = 1045400/845,5 \times 10^3 = 12363089,8 \text{ (м}^3\text{)},$$

$$V_{\text{ж1}}^{\text{н}} = 1149600/865,5 \times 10^3 = 1328366,1 \text{ (м}^3\text{)},$$

$$\text{Всього: } 2564675,9 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Молекулярна маса парів прийнята для розрахунків, згідно табл. 2.8.

$$M_{\Pi} = 52,68 \text{ (кг/моль)}.$$

Коефіцієнт  $K_8$  у формулі (3.3), дорівнює 0,55.

При заливі нафти у залізничні цистерни температура газового простору:

$$t_{ГХ}^{\text{н}} = 0,6(t_{аХ} + t_{жХ}) \text{ і } t_{ГХ}^{\text{н}} = 0,6K_4 (t_{аТ} + t_{жХ})$$

$$K_4 = 1,17.$$

Отже:

$$t_{ГХ}^{\text{н}} = 0,65(-1,3 + 7,75) = 3,32^\circ\text{C}$$

$$t_{ГХ}^{\text{н}} = 0,52(15,5 + 16,9) = 19,21^\circ\text{C}$$

Тоді:

$$P_{\text{цн}} = 2,53 \cdot 2564674,8 \cdot 436 \cdot 52,68 (0,215 + 0,428) \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 10^{-9} = 51,465$$

$$\text{кг/год} = 14,28(\text{г/с}),$$

$$P_{\text{цн}} = 402,7 (\text{т/рік}).$$

Розрахунок викиду шкідливих речовин для групи резервуарів, РВЗ-5000.

Розрахунок проводимо за формулою (3.1) у відповідності з даними табл.

2.6. Тоді токсичні викиди:

$$\text{Етан: } P_{\text{C}_2\text{H}_6} = 84,2 \cdot 4,644 \cdot 10^{-2} = 3,906 \text{ кг/год} = 1,086 (\text{г/с}),$$

Річні викиди:

$$P_{\text{C}_2\text{H}_6} = 736,717 \cdot 4,644 \cdot 10^{-2} = 34,2066 (\text{т/рік}),$$

Пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$ :

$$P = 84,2 \cdot 46,188 \cdot 10^{-2} = 38,85 \text{ кг/год} = 10,79 (\text{г/с}),$$

$$P_{\text{C}_3\text{H}_8} = 736,717 \cdot 46,188 \cdot 10^{-2} = 340,27 (\text{т/рік}),$$

Бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ :

$$P = 84,2 \cdot 32,807 \cdot 10^{-2} = 27,59 \text{ кг/год} = 7,67(\text{г/с}),$$

$$P_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 736,717 \cdot 32,807 \cdot 10^{-2} = 241,87 (\text{т/рік}),$$

Пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ :

$$P = 84,2 \cdot 12,46 \cdot 10^{-2} = 10,46 \text{ кг/год} = 2,908 (\text{г/с}),$$

$$P_{\text{C}_5\text{H}_{12}} = 736,717 \cdot 12,46 \cdot 10^{-2} = 91,732 (\text{т/рік}),$$

Гексан  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ :

$$P = 84,2 \cdot 3,526 \cdot 10^{-2} = 2,966 \text{ кг/год} = 0,824 (\text{г/с}),$$

$$P_{\text{C}_6\text{H}_{14}} = 736,717 \cdot 3,526 \cdot 10^{-2} = 25,96 (\text{т/рік}),$$

Розрахунок викиду шкідливих речовин для групи ємностей, РВЗ-10000.

Розрахунок ведемо за формулою (3.1) для кожного інгредієнту:

Метан -  $\text{CH}_4$ :

$$P_{\text{CH}_4} = 1208 \cdot 0,349 \cdot 10^{-2} = 4,207 \text{ кг/год} = 1,1686 (\text{г/с}),$$

$$P_{\text{CH}_4} = 10590,85 \cdot 0,349 \cdot 10^{-2} = 36,87 (\text{т/рік}),$$

Етан -  $\text{C}_2\text{H}_6$ :

$$P_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1209 \cdot 6,233 \cdot 10^{-2} = 75,346 \text{ кг/год} = 20,94 (\text{г/с}),$$

$$P_{\text{C}_2\text{H}_6} = 10590,84 \cdot 6,233 \cdot 10^{-2} = 660,03 (\text{т/рік}),$$

Пропан -  $C_3H_8$ :

$$P_{C_3H_8} = 1209 \cdot 46,15 \cdot 10^{-2} = 557,84 \text{ кг/год} = 154,97 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_3H_8} = 10590,85 \cdot 46,15 \cdot 10^{-2} = 4886,76 \text{ (т/рік)},$$

Бутан –  $C_4H_{10}$ :

$$P_{C_4H_{10}} = 1209 \cdot 31,273 \cdot 10^{-2} = 378,08 \text{ кг/год} = 105,032 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_4H_{10}} = 10590,85 \cdot 31,273 \cdot 10^{-2} = 3311,96 \text{ (т/рік)},$$

Пентан –  $C_5H_{12}$ :

$$P_{C_5H_{12}} = 1209 \cdot 13,683 \cdot 10^{-2} = 165,43 \text{ кг/год} = 45,96 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_5H_{12}} = 10590,85 \cdot 13,683 \cdot 10^{-2} = 1449,05 \text{ (т/рік)},$$

Гексан –  $C_6H_{14}$ :

$$P_{C_6H_{14}} = 1209 \cdot 2,346 \cdot 10^{-2} = 28,36 \text{ кг/год} = 7,89 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_6H_{14}} = 10590,85 \cdot 2,346 \cdot 10^{-2} = 248,37 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахунок викиду шкідливих речовин на залізничній естакаді.

Розрахунок ведемо за формулою (3.1) для кожного інгредієнту:

Етан –  $C_2H_6$ :

$$P = 51,45 \cdot 2,711 \cdot 10^{-2} = 1,394 \text{ кг/год} = 0,386 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_2H_6} = 402,6 \cdot 2,711 \cdot 10^{-2} = 10,92 \text{ (т/рік)},$$

Пропан –  $C_3H_8$ :

$$P_{C_3H_8} = 51,45 \cdot 40,7 \cdot 10^{-2} = 20,95 \text{ кг/год} = 5,82 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_3H_8} = 402,6 \cdot 40,7 \cdot 10^{-2} = 163,85 \text{ (т/рік)},$$

Бутан –  $C_4H_{10}$ :

$$P_{C_4H_{10}} = 51,45 \cdot 33,885 \cdot 10^{-2} = 17,44 \text{ кг/год} = 4,86 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_4H_{10}} = 402,7 \cdot 33,885 \cdot 10^{-2} = 136,43 \text{ (т/рік)},$$

Пентан –  $C_5H_{12}$ :

$$P_{C_5H_{12}} = 51,46 \cdot 15,517 \cdot 10^{-2} = 7,923 \text{ кг/год} = 2,110 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_5H_{12}} = 402,5 \cdot 15,517 \cdot 10^{-2} = 62,46 \text{ (т/рік)},$$

Гексан –  $C_6H_{14}$ :

$$P = 51,46 \cdot 7,185 \cdot 10^{-2} = 3,697 \text{ кг/год} = 1,026 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_6H_{14}} = 402,5 \cdot 7,185 \cdot 10^{-2} = 28,93 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахунок викиду шкідливих речовин, які утворюються при роботі технологічної насосної станції ("Дружба-I").

Розрахунок проводимо за формулою (3.1) по кожному інгредієнті табл. 2.9.:

Етан -  $C_2H_6$ :

$$P = 0,05 \cdot 2 \cdot 4,86 \cdot 10^{-2} = 4,86 \cdot 10^{-3} \text{ кг/год} = 0,0014 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_2H_6} = 0,783 \cdot 4,86 \cdot 10^{-2} = 0,037 \text{ (т/рік)},$$

Пропан –  $C_3H_8$ :

$$P_{C_3H_8} = 0,05 \cdot 2 \cdot 45,72 \cdot 10^{-2} = 45,7 \cdot 10^{-2} \text{ кг/год} = 0,0128 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_3H_8} = 0,782 \cdot 45,72 \cdot 10^{-2} = 0,359 \text{ (т/рік)},$$

Бутан  $C_4H_{10}$ :

$$P = 0,05 \cdot 2 \cdot 32,15 \cdot 10^{-2} = 32,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/год} = 0,0088 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_4H_{10}} = 0,782 \cdot 32,15 \cdot 10^{-2} = 0,252 \text{ (т/рік)},$$

Пентан -  $C_5H_{12}$ :

$$P = 0,05 \cdot 2 \cdot 13,84 \cdot 10^{-2} = 13,84 \cdot 10^{-3} \text{ кг/год} = 0,0037 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_5H_{12}} = 0,782 \cdot 13,84 \cdot 10^{-2} = 0,107 \text{ (т/рік)},$$

Гексан –  $C_6H_{14}$ :

$$P_{C_6} = 0,05 \cdot 2 \cdot 3,96 \cdot 10^{-2} = 3,96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/год} = 0,0012 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_6} = 0,782 \cdot 3,96 \cdot 10^{-2} = 0,032 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахунок викиду шкідливих речовин для підпірної насосної станції ("Дружба-II").

Розрахунок проводимо за формулою (3.1) для кожного інгредієнту табл. 2.10.

Тоді газоподібні викиди нафтопродуктів:

Метан -  $CH_4$ :

$$P_{CH_4} = 0,04 \cdot 0,54 \cdot 10^{-2} = 0,00017 \text{ кг/год} = 0,000045 \text{ (г/с)},$$

$$P_{CH_4} = 0,2627 \cdot 0,54 \cdot 10^{-2} = 0,0015 \text{ (т/рік)},$$

Етан -  $C_2H_6$ :

$$P_{C_2H_6} = 0,043 \cdot 5,92 \cdot 10^{-2} = 0,00198 \text{ кг/год} = 0,00048 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_2H_6} = 0,2627 \cdot 5,93 \cdot 10^{-2} = 0,01558 \text{ (т/рік)},$$

Пропан -  $C_3H_8$ :

$$P_{C_3H_8} = 0,04 \cdot 51,398 \cdot 10^{-2} = 0,0205 \text{ кг/год} = 0,00428 \text{ (г/с)},$$



$$P_{C_3H_8} = 0,26278 \cdot 51,37 \cdot 10^{-2} = 0,136 \text{ (т/рік)},$$

Бутан  $C_4H_{10}$ :

$$P_{C_4H_{10}} = 0,043 \cdot 38,17 \cdot 10^{-2} = 0,0116 \text{ кг/год} = 0,00319 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_4H_{10}} = 0,2629 \cdot 38,17 \cdot 10^{-2} = 0,1004 \text{ (т/рік)},$$

Пентан -  $C_5H_{12}$ :

$$P_{C_5H_{12}} = 0,04 \cdot 1,17 \cdot 10^{-2} = 0,0006 \text{ кг/год} = 0,0000978 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_5H_{12}} = 0,2627 \cdot 1,18 \cdot 10^{-2} = 0,0032 \text{ (т/рік)},$$

Гексан  $C_5H_{14}$ :

$$P_{C_5H_{14}} = 0,04 \cdot 2,83 \cdot 10^{-2} = 0,00086 \text{ кг/год} = 0,00025 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_5H_{14}} = 0,2626 \cdot 2,83 \cdot 10^{-2} = 0,0075 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахунок викиду шкідливих речовин для головної насосної станції ("Дружба-II").

Розрахунок проводимо за формулою (3.1) для кожного інгредієнту табл. 2.10.

Метан -  $CH_4$ :

$$P_{CH_4} = 0,04 \cdot 0,54 \cdot 10^{-2} = 0,00016 \text{ кг/год} = 0,000045 \text{ (г/с)},$$

$$P_{CH_4} = 0,2629 \cdot 0,54 \cdot 10^{-2} = 0,0015 \text{ (т/рік)},$$

Етан -  $C_2H_6$ :

$$P_{C_2H_6} = 0,04 \cdot 5,93 \cdot 10^{-2} = 0,0017 \text{ кг/год} = 0,00048 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_2H_6} = 0,2629 \cdot 5,93 \cdot 10^{-2} = 0,0157 \text{ (т/рік)},$$

Пропан -  $C_3H_8$ :

$$P_{C_3H_8} = 0,04 \cdot 51,37 \cdot 10^{-2} = 0,0155 \text{ кг/год} = 0,00427 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_3H_8} = 0,2629 \cdot 51,37 \cdot 10^{-2} = 0,136 \text{ (т/рік)},$$

Бутан  $C_4H_{10}$ :

$$P_{C_4H_{10}} = 0,04 \cdot 38,17 \cdot 10^{-2} = 0,0116 \text{ кг/год} = 0,003198 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_4H_{10}} = 0,2629 \cdot 38,17 \cdot 10^{-2} = 0,1004 \text{ (т/рік)},$$

Пентан -  $C_5H_{12}$ :

$$P_{C_5H_{12}} = 0,04 \cdot 1,17 \cdot 10^{-2} = 0,0005 \text{ кг/год} = 0,000097 \text{ (г/с)},$$

$$P_{C_5H_{12}} = 0,2629 \cdot 1,17 \cdot 10^{-2} = 0,00321 \text{ (т/рік)},$$

Гексан -  $C_5H_{14}$ :

$$P_{C_5H_{14}} = 0,02 \cdot 2,83 \cdot 10^{-2} = 0,00086 \text{ кг/год} = 0,00025 \text{ (г/с)},$$

$$П_{C_5H_{14}} = 0,2628 \cdot 2,83 \cdot 10^{-2} = 0,0075 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахунок викиду забруднюючих речовин для нафтовловлювача.

Розрахунок проводимо за формулою (3.1) для кожної складової.

Етан -  $C_2H_6$ :

$$П = 2,716 \cdot 4,86 \cdot 10^{-2} = 0,1317 \text{ кг/год} = 0,0367 \text{ (г/с)},$$

$$П_{C_2H_6} = 23,803 \cdot 4,84 \cdot 10^{-2} = 1,16 \text{ (т/рік)},$$

Пропан -  $C_3H_8$ :

$$П = 2,716 \cdot 45,72 \cdot 10^{-2} = 1,243 \text{ кг/год} = 0,346 \text{ (г/с)},$$

$$П_{C_3H_8} = 23,8032 \cdot 45,721 \cdot 10^{-2} = 10,87 \text{ (т/рік)},$$

Бутан -  $C_4H_{10}$ :

$$П = 2,717 \cdot 32,14 \cdot 10^{-2} = 0,873 \text{ кг/год} = 0,244 \text{ (г/с)},$$

$$П_{C_4H_{10}} = 23,803 \cdot 32,15 \cdot 10^{-2} = 7,66 \text{ (т/рік)},$$

Пентан -  $C_5H_{12}$ :

$$П_{C_5H_{12}} = 2,718 \cdot 13,83 \cdot 10^{-2} = 0,377 \text{ кг/год} = 0,105 \text{ (г/с)},$$

$$П_{C_5H_{12}} = 23,803 \cdot 13,84 \cdot 10^{-2} = 3,293 \text{ (т/рік)},$$

Гексан -  $C_6H_{14}$ :

$$П_{C_6H_{14}} = 2,716 \cdot 3,97 \cdot 10^{-2} = 0,1078 \text{ кг/год} = 0,0310 \text{ (г/с)},$$

$$П_{C_6H_{14}} = 23,803 \cdot 3,97 \cdot 10^{-2} = 0,947 \text{ (т/рік)}.$$

## 2.2. Розрахунок викидів шкідливих речовин при роботі котельної

Природний газ використовується для роботи котельні. При спалюванні природного газу у котельні, викидаються в атмосферу наступні шкідливі речовини: оксид карбону, оксиди нітрогену.

Розрахунок оксидів карбону (т/рік, г/с):

$$П_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot (1 - q_4 / 100), \quad (3.8) [9]$$

$$C_{CO} = q_3 R Q_i^r$$

де,  $B$  — витрата природного газу (т/рік, тис.м<sup>3</sup>/рік, г/с, л/с);

$K$  — вихід оксидів карбону при згорянні газу;

$q_4$  — втрати тепла, як наслідок механічної неповноти згоряння природного газу;

$q_3$  — втрати тепла, як наслідок хімічної неповноти згоряння природного газу;

$Q_i^r$  — найнижча теплота згоряння природного газу.

Кількість оксидів нітрогену (у перерахунку на  $\text{NO}_2$ ) розраховуємо (т/рік, г/с) за формулою:

$$P_{\text{NO}_x} = 0,002 \cdot \beta \cdot Q_i^r K_{\text{NO}_x}, \quad (3.9) [9]$$

де,  $K_{\text{NO}_x}$  — параметр, який характеризує кількість оксидів нітрогену, яка утворюються на 1 ГДж тепла (кг/ГДж);

$\beta$  — коефіцієнт, який залежить від ступеня зниження викидів оксидів нітрогену внаслідок запровадження технічних вдосконалень.

Технічна характеристика котлів наведена в табл. 2.4. Кількість природного газу який спалюється при роботі котельні на ЛВДС "Броди" складає 601332 (м). Розрахунок викидів оксиду карбону здійснюємо за формулою (3.8):

$$q_3 = 0,5; R = 0,5; Q_i^r = 33,3 \text{ (мДж/м}^3\text{)}; q_4 = 0,5.$$

Тоді:

$$\begin{aligned} P_{\text{CO}} &= 0,002 \cdot (0,5 \cdot 0,5 \cdot 33,3) \cdot 601,332 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100}\right) = \\ &= 4,934 \text{ т/рік} = 0,5678 \text{ кг/год} = 0,15765 \text{ (г/с)}. \end{aligned}$$

Розрахунок викидів в атмосферу оксидів нітрогену здійснюємо за формулою (3.9), у якій прийнято:

$$K_{\text{NO}_x} = 0,15; \quad \left(\frac{Q_\phi}{Q_n}\right)^{0,25} = \left(\frac{2,6}{2,9}\right)^{0,25} = 0,96$$

Тоді:

$$P_{\text{NO}_x} = 0,002 \cdot 601,332 \cdot 33,2 \cdot 0,14 = 2,9965 \text{ т/рік} = 0,317 \text{ кг/год} = 0,0887 \text{ (г/с)}.$$

Згідно еколиста ГДК, № МТ 34-70-010-83 від 14.10.19 р.  $P_{\text{NO}_2} = 2,796 \cdot 0,8 = 2,237$  (т/рік),  $P_{\text{NO}} = 2,796 \cdot 0,14 = 0,364$  (т/рік),  $P_{\text{NO}_2} = 0,0867 \cdot 0,8 = 0,06928$  (г/с),  $P_{\text{NO}} = 0,0867 \cdot 0,14 = 0,01127$  (г/с).

### 2.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин технологічною насосною станцією

Максимальна кількість викидів парів вуглеводнів (г/с) від насосного обладнання, вираховується за формулою:

$$P_H^{\max} = \frac{P_r \cdot n_1}{3,6} \quad (3.10) [9]$$

$P_r$  — викид парів вуглеводнів від одиниці устаткування кг/год;

$n_1$  — кількість насосів, які працюють.

Річний викид парів вуглеводнів від насосного устаткування, обчислюємо за формулою:

$$P_H^{рік} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \tau_i \cdot 10^{-3} \quad (3.11) [9]$$

$P_i$  — викид парів вуглеводнів від насосів, які працюють одночасно (т/рік);

$\tau$  — кількість годин роботи насосів протягом року, год.

Розрахунок викидів парів вуглеводнів від роботи технологічної насосної станції ("Дружба-І").

У насосній змонтовано 3 основних насоси типу QG 300/2/100 (мають торцеві ущільнення) та 2 підпірні типу ZML (обладнані сальниковими ущільненнями). Основні перекачувальні насоси не працюють (працювали 8 годин). На налив працюють підпірні насоси (кількість годин їх роботи на налив 7825).

$$P_H^{\max} = \frac{0,05 \cdot 2}{3,6} = 0,028 \text{ (г/с)}$$

$$P_H^{рік} = 0,06 \cdot 2 \cdot 7826 \cdot 10^{-3} = 0,783 \text{ (т/рік)},$$

$$P_r = 0,06 \text{ (кг/год)}.$$

Розрахунок викидів парів вуглеводнів із підпірної насосної станції ("Дружба-ІІ").

Підпірна насосна обладнана 2 підпірними насосами 20НДсН (встановлені торцеві ущільнення). Один підпірний насос працює на основні насоси. Тривалість їх роботи за даними ЛВДС "Броди" — 8770 год.

$$P_r = 0,03 \text{ (кг/год)},$$

$$P_H^{\max} = \frac{0,03 \cdot 1}{3,6} = 0,0082 \text{ (г/с)},$$

$$P_H^{\text{рік}} = 0,03 \cdot 8770 \cdot 10^{-3} = 0,2631 \text{ (т /рік)}.$$

Розрахунок викидів парів вуглеводнів з основної насосної станції ("Дружба-П").

У приміщенні насосної станції розташовано 4 насоси марки НМ 3600-230. Технологія перекачування передбачає роботу 1 основного насосу. Час роботи агрегатів складає — 8760 год. Визначення проводимо згідно формули:

$$P_H^{\max} = \frac{0,03 \cdot 1}{3,6} = 0,0083 \text{ (г/с)}$$

$$P_H^{\text{рік}} = 0,03 \cdot 8770 \cdot 10^{-3} = 0,2631 \text{ (т /рік)}.$$

#### 2.4. Розрахунок викидів з нафтовловлювачів

Кількість викидів шкідливих парів вуглеводнів (кг/год) від нафтовловлювачів визначається за формулою:

$$P_{\text{вал}}^H = (4 + 0,4 \cdot v)(0,7518 \cdot P_{538} \cdot K_5)^{K_{10}} \cdot \left( \frac{C}{F_{\text{пл}}} \right)^{0,1} \cdot K_{11} \cdot F_{\text{пл}} \cdot 10^{-2}, \quad (3.12) [9]$$

де,  $v$  — середньорічна швидкість руху повітря (м/с);

$P_{538}$  — тиск насичених парів нафти, яка скидається із стічною водою (гПа);

$C$  — концентрація продуктів нафти у стічній воді (мг/л);

$F_{\text{пл}}$  — площа поверхні рідини (м<sup>2</sup>);

$K_5, K_{10}, K_{11}$  — коефіцієнти.

Розрахунок викидів вуглеводнів від вловлювачів нафти.

На території ЛВДС "Броди" розміщені 2 вловлювачі нафти. Вони представляють собою відстійники безперервної роботи стандартної конструкції розміром 30 x 6 x 1,9 м (2 секції, ширина однієї 3,5 м). Ступінь

накриття 93. Концентрація нафти у стічній воді за даними спостережень в середньому становить— 25 (мг/л).

Виконуємо розрахунок. Вихідні дані:

середня температура стічних вод +8°C. Тиск насичених парів нафти визначаємо, як середнє для речичької нафти та суміші сибірських нафт:

$$P_{бзв} = (436,25 + 408,32) \cdot 0,5 = 422,28 \text{ (гПа)}.$$

Показники коефіцієнтів у формулі (3.12):

$$K_5 = 0,25; K_{ю} = 0,25; K_{ц} = 0,15.$$

Тоді:

$$P = (4 + 0,6 \cdot 0,5)(0,7517 \cdot 422,4 \cdot 0,25)^{0,25} \cdot \left(\frac{20}{30,6}\right)^{0,1} \cdot 30 \cdot 6 \cdot 0,15 \times \\ \times 10^{-2} = 2,718 \text{ кг/год} = 0,7548 \text{ (г/с)},$$

Річні викиди складають 23,802 (т/рік).

## **2.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин у ЦРМ (центральна ремонтна майстерня)**

Токсичні викиди виникають при зварювальних роботах, газовій різці металу, при роботі точильного та шліфувального устаткування та інших металообробних роботах.

При зварюванні та газовій різці металів, річний викид токсичної складової вираховується за формулою:

$$M_c = \frac{q_i G}{\tau}, \quad (3.13) [9]$$

де,  $q_i$  — питоме виділення шкідливих речовин (г/год);

$G$  — маса використаних електродів (кг);

$\tau$  — тривалість зварних робіт (с).

При механічній обробці металів викиди шкідливих речовин вираховуються:

$$M_{річ} = q \cdot \tau, \quad (3.14) [9]$$

де,  $q_i$  — питоме виділення пороху;

$\tau$  — тривалість роботи устаткування.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин у ЦРМ (центральна ремонтна майстерня).

При проведенні електрозварювальних робіт використовують електроди типу «ТОН-13/15», при цьому зварювання ведуться в середньому протягом року — 240 год. Витрата електродів становить 146 кг. Питоме виділення шкідливих речовин:

Манган та його оксиди — 0,97 (г/год);

сполуки кремнію — 1;

сполуки фтору — 2,7;

фтористий водень — 0,94.

Максимальна величина викидів мангану та його оксидів:

$$M_c = \frac{0,97 \cdot 145}{240 \cdot 3600} = 1,627 \cdot 10^{-4} \text{ (г / с)},$$

Річний викид:

$$M_{\text{річ}} = 0,97 \cdot 146 \cdot 10^{-6} = 1,408 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$

Для сполук кремнію:

$$M_c = \frac{1 \cdot 145}{240 \cdot 3600} = 1,408 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$

Річний викид:

$$M_{\text{річ}} = 1 \cdot 145 \cdot 10^{-6} = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$

Для фтористого водню:

$$M_c = \left( \frac{0,93 \cdot 145}{240 \cdot 3600} \right) = 1,561 \cdot 10^{-4} \text{ (г / с)}$$

Річний викид:

$$M_{\text{річ}} = 0,93 \cdot 145 \cdot 10^{-6} = 1,349 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$

Для фторидів:

$$M_c = \left( \frac{2,6 \cdot 145}{240 \cdot 3600} \right) = 4,363 \cdot 10^{-4} \text{ (г/с)}$$

Річний викид:

$$M_{\text{річ}} = 2,7 \cdot 145 \cdot 10^{-6} = 3,78 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$

У механічних майстернях проводять газову різку вуглецевої сталі. Тривалість робіт на рік становить в середньому 105 год. Питоме виділення шкідливих речовин при газовій різці (г/год):

Окиси мангану — 3,79;

окис карбону — 63,5;

окис нітрогену — 64,2.

Величина викидів окисів марганцю:

$$M_{\text{річ}} = 3,79 \cdot 105 \cdot 10^{-6} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$

Максимальний викид:

$$M_c = \frac{3,79}{3600} = 1,05 \cdot 10^{-3} \text{ (г/с)},$$

Для окису карбону:

$$M_{\text{річ}} = 63,5 \cdot 105 \cdot 10^{-6} = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ (т/рік)},$$

$$M_c = \frac{6,4}{3600} = 0,0175 \text{ (г/с)},$$

Для оксидів нітрогену:

$$M_{\text{річ}} = 64,1 \cdot 105 \cdot 10^{-6} = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ (т/рік)},$$

$$M_c = \frac{64,1}{3600} = 0,0177 \text{ (г/с)},$$

У тому числі:

$$MNO_2 = 6,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8 = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ (т/рік)} = 0,00243 \text{ (г/с)}.$$

У механічній майстерні встановлено 9 станків: 4 — токарно-гвинторізних; 2 — фрезерних, та по одному плоскошліфувальному, строгальному і відрізнному. Охолоджувальна емульсія застосовується тільки при роботі на плоскошліфувальному станку (355 год/рік). Питоме виділення аерозолі з емульсії при охолодженні — 0,6 (г/год).

Викид аерозолей емульсії:

$$M_{\text{річ}} = 0,6 \cdot 356 \cdot 10^{-6} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ (т/рік)},$$



## 2.6. Розрахунок параметрів газоповітряної суміші в точці виходу із джерела викиду. Група ємностей РВ-5000, РВ-10000

Викиди парів вуглеводнів проходить, внаслідок випаровування та витиску парів нафти крізь дихальну арматуру ємностей. Втрата газоповітряної суміші на виході із ємностей рівняється максимальній продуктивності заповнення ємностей.

$$Q = \frac{1300}{3600} = 0,36 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Швидкість виходу:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,36}{0,588} = 0,62 \text{ (м/с),}$$

$$S = 11 \frac{0,25^2 \cdot 3,14}{4} = 0,5889 \text{ (м}^2\text{)}$$

Витрата газоповітряної суміші при виході із ємностей, РВ3-1000:

$$Q = \frac{1000}{3600} = 0,28 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Швидкість виходу:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,28}{5,287} = 0,056 \text{ (м/с),}$$

$$S = \frac{6 \cdot \pi}{4} (0,32^2 + 1^2) = 5,287 \text{ (м}^2\text{)}$$

Залізнична естакада, котельня.

Витрата пароповітряної суміші на виході з цистерн дорівнює продуктивності закачування 1100 (м<sup>3</sup>/год).

$$Q = \frac{1100}{3600} = 0,306 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Швидкість викиду:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,306}{9,425} = 0,033 \text{ (м/с)}$$

$$S = 48 \frac{\pi \cdot 0,5^2}{4} = 9,425 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Визначення викидів забруднюючих речовин при спалюванні газу в котельній.

Згідно даних паспорту:

$$Q = 322 \text{ м}^3 / \text{год} = \frac{322}{3600} = 0,088 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

Для спалювання 1 м<sup>3</sup> природного газу необхідно 10 м<sup>3</sup> повітря. Тоді викиди забруднюючих речовин котельні будуть дорівнювати

$$Q = 322 \cdot 11 = 3562 \text{ м}^3/\text{год} = 0,986 \text{ (м}^3/\text{с)},$$

Швидкість викиду:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 3552}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,8^2} = 1,96 \text{ (м/с)}$$

## **2.7. Перекачувальна насосна станція ("Дружба-I"), ("Дружба-II"), підпірна насосна станція ("Дружба-II")**

У насосній станції встановлено 2 витяжних вентилятори Ц 13-50. Гирло джерела викиду — труба діаметром 0,3 м.

$$\text{Площа: } S = \frac{\pi \cdot 0,3^2}{4} = 0,07066 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Продуктивність викиду на виході:

$$Q = \frac{7900}{3600} = 2,18 \text{ (м}^3/\text{с)},$$

Швидкість викиду:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{2,19}{0,07065} = 31,07 \text{ (м/с)},$$

У насосній станції змонтовано 2 витяжних вентилятори Ц 9-57. Гирло джерела викиду — труба діаметром 0,35 м.

$$\text{Площа: } S = \frac{\pi \cdot 0,35^2}{4} = 0,197 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Продуктивність викиду на виході:

$$Q = \frac{9600}{3600} = 2,73 \text{ (м}^3/\text{с)},$$

Швидкість викиду:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{2,72}{0,0902} = 30,19 \text{ (м/с)}.$$

## 2.8. Визначення переліку шкідливих речовин, що підлягають контролю.

Визначення переліку шкідливих речовин, які згідно до нормативних документів Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, здійснюється виходячи із наступних умов. Контроль здійснюється по забруднюючих речовинах, які є у викидах, вони попадають під умову наступних значень:

$$\frac{P_i}{ГДК \cdot H} > 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м}, \quad (3.15) [9]$$

$$\frac{P_i}{ГДК} > 0,1 \text{ при } H \leq 10 \text{ м},$$

де,  $P_i$  — сумарна величина викиду шкідливої речовини від всіх джерел викиду підприємства, (г/с);

$ГДК_{\max}$  — максимальні гранично допустима концентрація забруднюючої речовини, (мг/м<sup>3</sup>);

$H$  — середня по підприємству висота джерела забруднення.

Беручи до уваги дані таблиць 1.5 та 1.11 визначаємо значення середньої по підприємству висоти джерел викиду (визначеній за сумарною потужністю викидів окремих забруднюючих речовин), що становить 11,98 м, тобто більше ніж 10 метрів.

Отже, визначення контрольованих токсичних речовин, що викидаються в атмосферне повітря, проводиться згідно  $\frac{P_i}{ГДК \cdot H} > 0,01$ .

Отримані дані зведені в табл. 2.2.

Таблиця 14. - Контрольовані забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферне повітря

Забруднюючі речовини	$\Pi_i$ , г/с	Значення ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Значення
СН <sub>4</sub>	1,1689	50 (ОБРВ)	2- 10 <sup>-3</sup>
С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	22,4775	-	-
С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	172,2784	-	0,08
С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub>	118,0214	200	0,099
С <sub>5</sub> Н <sub>12</sub>	51,172	100	0,08
С <sub>6</sub> Н <sub>14</sub>	<u>9,7918</u>	65	-
Оксид карбону	0,1752	6	0,038
Оксид нітрогену	0,01148	0,5	0,003
Діоксид нітрогену	0,08353	<u>0,086</u>	0,09
Зважені речовини	0,0307	0,7	0,006
Манган та його сполуки	0,001214	<u>0,02</u>	0,02
Фториди	0,0004363	0,2	2 • 10 <sup>-4</sup>
Фтористий гідроген	0,0001561	0,03	6,6 • 10 <sup>-5</sup>
Сполуки кремнію	0,0001678	0,03	6,5 • 10 <sup>-5</sup>
Емульсола аерозоль	0,00014	0,2	13- 10 <sup>-4</sup>

Беручи до уваги дані таблиці, можемо констатувати, що розрахунок розсіювання викидів проводився за наступними речовинами: бутан, пентан, гексан, оксид карбону, оксид нітрогену та зважених речовинах.

## 2.9. Визначення класу небезпечності ЛВДС "Броди"

Визначення класу небезпечності досліджуваного підприємства здійснюється у залежності від величини параметру КНП, значення якого наведені в табл. 2.3.

Таблиця 15. - Умови визначення категорії небезпечності підприємства

Категорія небезпечності	Значення КНП
-------------------------	--------------

I	КНП > 10 <sup>6</sup>
II	10 <sup>6</sup> > КНП > 10 <sup>4</sup>
III	10 <sup>4</sup> > КНП > 10 <sup>3</sup>
IV	КНП < 10 <sup>3</sup>

Значення КНП визначаємо за формулою:

$$\text{КНП} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{P_i}{ГДК_i} \right)^{a_i}$$

$P_i$  — маса викиду  $i$ -тої речовини, (т/рік);

ГДКг — середньодобова гранична концентрація  $i$ -тої речовини, (мг/м<sup>3</sup>);

$n$  — кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством;

$a_i$  — безрозмірна компонента, що встановлюється згідно табл. 2.4.

Таблиця 16.- Величина безрозмірної компоненти

Коефіцієнт	Клас небезпечності речовини			
	1	2	3	4
a	1,8	1,4	1,0	0,8

Враховуємо значення КНП для ЛВДС "Броди", приймаючи до розрахунку забруднюючих речовин, які підлягають контролю.

Отже, ЛВДС "Броди" необхідно віднести до підприємств 4 категорії безпеки.

Розділ еколого-інженерних розрахунків викидів, наведені результати розрахунків по викидах вуглеводнів з ємностей та залізничних цистерн, нафтовловлювачів, центральної ремонтної майстерні, технологічної насосної станції, котельної і РВ-5000, РВ-10000.

Аналізуючи розрахунки по викидах вуглеводнів з джерел забруднення, необхідно звернути увагу на РВ-5000 і РВ-10000. Конструкцію даних ємностей необхідно замінити на більш сучасну. Це спричинить зменшення викидів з даних об'єктів .

### **3. АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРІВ НАФТОПРОДУКТІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ**

### 3.1. Метод газової хроматографії

Газо-хроматографічне визначення концентрації парів вуглеводнів в повітрі робочої зони.

Основні фізико-хімічні параметри речовин представлені в таблиці 17 .

Таблиця 17. - Фізико-хімічні властивості газоподібних вуглеводнів

Назва речовини і її формула	М. м.	Щільність, г/см <sup>3</sup> , г/л	Т. кип. °С	Характеристика речовини
Етилен C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,06	1,261	- 103,6	прозорий горючий газ, розчинний у спирті, ефірі
Пропілен C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42,09	1,916	-47,78	прозорий горючий газ, розчинний в спирті
α-Бутилен C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56,12	0,667	-6,3	прозорий газ, розчинний у спирті, ефірі
Метан CH <sub>4</sub>	16,05	0,718	- 161,6	прозорий горючий газ, розчинний у спирті, ефірі
Етан C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,05	1,356	- 88,7	прозорий горючий газ
Ізопентан C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72,16	0,621	27,7	прозора рідина з різким запахом, в повітрі знаходиться у вигляді парів

Визначення концентрації парів нафтопродуктів здійснювали за межею санітарно-захисної зони ЛВДС "Броди". Зразки повітря відбирали у 5 визначених точках. В основі аналітичного визначення парів нафтопродуктів в об'єктах довкілля лежить картина розсіювання токсичних речовин в атмосферному повітрі на  $n = 0$ , а також їх концентрація.

Метан CH<sub>4</sub> — це слаботоксичний вуглеводень. При високій концентрації в повітрі людей виникає задуха. Етан у великих концентраціях володіє наркотичною дією. Пропілен викликає загальнотоксичне отруєння, він є чітко

вираженим мутагеном. Отруєння бутиленом викликає ураження верхніх дихальних шляхів. Ізопентан володіє наркотичною дією.

Гранично допустима концентрація (ГДК) — етилену, бутилену, пропілену в атмосферному повітрі —  $100 \text{ мг/м}^3$ , метану, етану ізопентану —  $300 \text{ мг/м}^3$ .

### **Характеристика методу**

Даний метод базується на використанні газоадсорбційного хроматографа який обладнаний полум'яно-іонізаційним детектором. Нижньою межею визначення парів вуглеводнів при використанні даного приладу в об'ємі проби —  $0,002 \text{ мкг}$ . Нижня межа визначення парів вуглеводнів у атмосферному повітрі становить  $1 \text{ мг/м}^3$  (по етилену). Розкид показників визначення концентрації парів вуглеводнів в атмосферному повітрі коливається від 1 до  $300 \text{ мг/м}^3$ . Сумарна похибка визначення не повинна перевищувати  $+10\%$ . Тривалість здійснення вимірювання, включаючи відбір проб становить 30 хв.

### **Пристрої, апаратура і посуд**

Газовий хроматограф обладнаний полум'яно - іонізаційним детектором; хроматографічна колонка (довжина 3 м); сушильна шафа; шприци медичні об'ємом 5, 10 та 20 мл; шприци медичні скляні з об'ємом 100-150 мл; кругло донна колба (В'юрца) з об'ємом 100 мл; хімічні скляні склянки з об'ємом 100 мл; бутлі скляні об'ємом 5, 10 і 20 л; набір сит; камери гумові волейбольні; помпа ручна; секундомір: лупа вимірювальна.

### **Реактиви та матеріали**

Набір вуглеводнів  $\text{C}_1\text{C}_4$  №1; а-бутилен; ізопентан; NaOH;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; газоподібний нітроген, гідроген і атмосферне повітря в балонах, які обладнані редукторами.

### **Відбір проб повітря**

Зразки атмосферного повітря відбирають у гумові камери чи шприци об'ємом 120-150 мл. Крізь них пропускають десятикратний об'єм досліджуваного повітря. Проби зберігаються протягом 6 годин.

### **Підготовка проб для вимірювання**

Спочатку готуємо сорбент. Оксид алюмінію в гранулах подрібнюємо та відділяємо фракцію 0,2-0,4 мм, відмиваємо дистилятом від пилу, висушуємо в сушильній шафі за температурного режиму 110-120°C для зменшення вологості. Після цього, підвищуємо температуру до 200-220°C. Витримка оксид алюмінію при даному температурному режимі становить 2-3 години. На наступному етапі охолоджений оксид алюмінію обробляємо розчином гідрооксиду натрію. Для цього використовували натрію гідрооксид в кількості 5% від кількості оксиду алюмінію. NaOH розчиняли в 70 мл дистиляту. У фарфорову чашку висипали зважений оксид алюмінію та додавали розчин гідрооксиду натрію. Вода з розчину випаровується нагріванням фарфорової чашки при постійному помішуванні.

Оброблений розчином гідрооксиду натрію оксид алюмінію висушуємо протягом 3-х годин при 110-120°C в сушильній шафі.

Підготовка хроматографічної колонки до проведення досліджень. Висушеним оксидом алюмінію набиваємо колонку. Після цього її продуваємо газом-носієм при температурі 150°C протягом 8 годин. Витрата газу-носія становить 30 мл/хв. Детектором має бути від'єднаний від колонки.

Кількісний аналіз сполук здійснювали методом абсолютного калібрування. Розділені нафтосуміші на вуглеводи від C<sub>1</sub> до C<sub>4</sub> готували в установці, що має компресор (аспіраційний пристрій). Для системи вводу зразку брали трійник, в один кінець його вставили ущільнюючу мембрану. Нейлонові шланги з поліетилену або хлорвінілу формують систему, яку продувають чистим повітрям. Після цього шланги підключають до входу пробовідбірної крани хроматографа. В систему крізь ущільнюючу мембрану шприцом вводять від 0,5 до 5 см<sup>3</sup> пірогазу певного складу або складові нафтопродуктів від C до C<sub>4</sub>. Наступним етапом є запуск компресора, відкриття



бойпасу на циркуляційній лінії та перемішування суміші компресором протягом 8-10 хв.. Після цього бойпас закриваємо а циркуляцію газів проводили крізь кран-дозатор хроматографу.

Стандартну паро-повітряну суміш вуглеводнів із складом ізопентану готували у вакуумній посудині об'ємом 20 л. В посудину мікрошприцем вводять 100 мкл. ізопентану. Вимірювали тиск в середині бутля та порівнювали з атмосферним. Перемішують з допомогою кульок з фольги, які помістили у бутель. Дану суміш залишали на 3 год. Кількість речовини визначали множенням об'єму введеної речовини на її щільність. Після 3 годин проводили відбір з бутлів 5, 10 і 20 мл паро-повітряної суміші газів та вносили у вакуумні бутлі місткістю 5 і 10 л. Все ретельно перемішуємо.

Одержані градуйовані суміші (2 см<sup>3</sup>) вводили в хроматографічну колонку через кран-дозатор.

Умови проведення хроматографічного аналізу градуйованих сумішей та проб, які досліджуємо:

Температура термостата колонок:

для вуглеводнів C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	50°C
α-бутилену, ізопентану	100°C
Швидкість потоку газу-носія (азоту)	30 мл/хв
Швидкість потоку гідрогену	30 мл/хв
Швидкість потоку атмосферного повітря	300 мл/хв.
Швидкість руху діаграмної плівки	240 мл/хв
Масштаб пікали підсилювача	50x10 <sup>12</sup> a
Час утримування речовини: метан - CH <sub>4</sub>	1,5 хв
етан - C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2 хв
пропан - C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3 хв 10 с
пропілен - C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	4 хв 50 с
α-бутилен - C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	5 хв (100°C)
ізопентан C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	6 хв (100°C)

Залежно від концентрації ( $\text{мг/м}^3$ ), будували градуйований графік залежності від площі піка ( $\text{мм}^2$ ). Градуйований графік необхідно будувати використовуючи не менше, чим 6 точок. Для побудови графіка необхідно проводити 5 паралельних визначень для кожної концентрації. Перевірку правильності градуйованого графіку проводять при зміні умов проведення аналізу, але не частіше 1 разу в 3 місяці. Згідно градуйованого графіку визначають калібрувальний коефіцієнт ( $k$ ,  $\text{мг/м}^3 \times \text{мм}^2$ ). Провівши дані розрахунки можна констатувати, що концентрація речовини відповідає піку з площею  $1 \text{ мм}^2$ .

### **Проведення вимірювань**

Ввід зразку в газовий хроматограф проводили за допомогою дозатора. Для цього камеру або шприц з атмосферним повітрям, яке досліджуємо приєднують до одного з штуцерів. Ручку крана-дозатора ставимо у положення "Відбір проби". В даній позиції проходить продув дозованого об'єму ( $1-1,5 \text{ хв}$ ) та відбір зразку. Після закінчення продувки, ручку крана-дозатора ставлять у положення "Аналіз". В даному випадку досліджуване атмосферне повітря з об'єму-доза поступає у роздільну колонку.

### **Розрахунок концентрації**

Концентрацію парів вуглеводнів в атмосферному повітрі ( $\text{мг/м}^3$ ) визначали за формулою:

$C = S \cdot K$ , де  $S$  — площа піку визначуваного компонента,  $\text{мм}^2$ ;

$K$  — калібрувальний коефіцієнт,  $\text{мг/м}^3 \cdot \text{мм}^2$ .

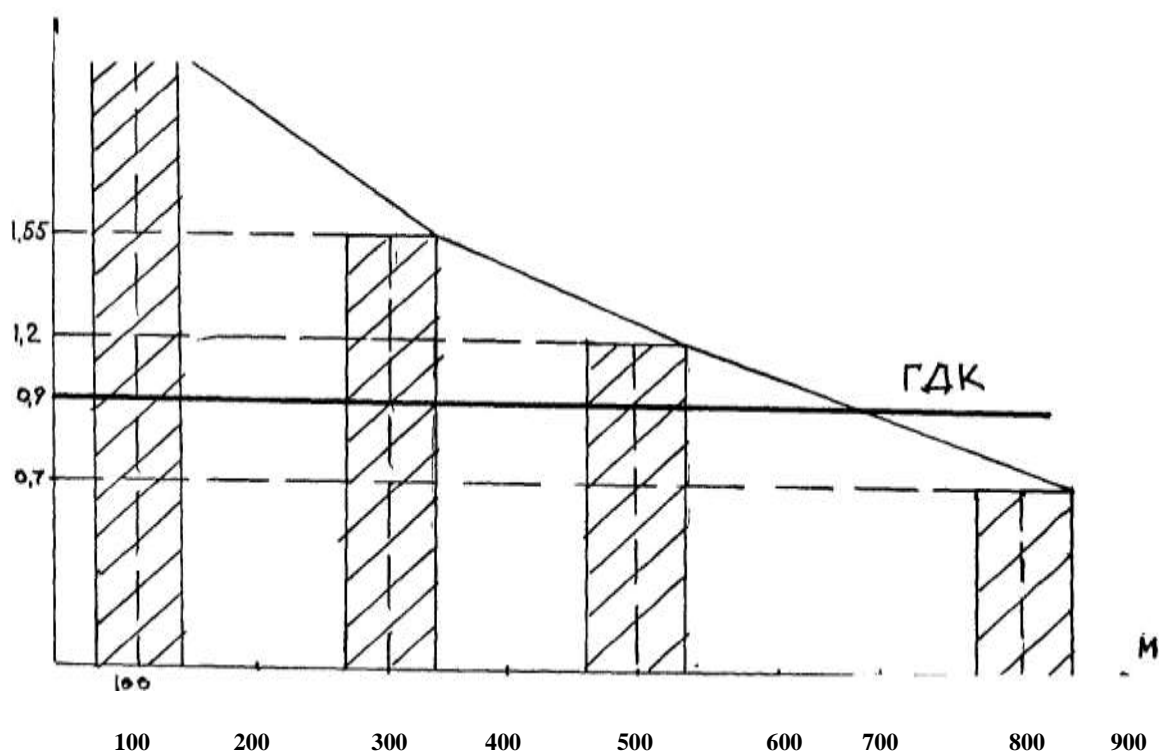
### **3.2. Результати аналізу**

Концентрація парів нафтопродуктів визначалася за санітарно-захисною зоною до  $1 \text{ км}$  на ЛВДС "Броди". Санітарно-захисна зона становить  $800 \text{ м}$ .

Таблиця 18. -Результати визначення парів вуглеводнів в атмосферному повітрі

Віддаль від джерела забруднення	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>
100	2,5
300	1,50
500	1,3
800	0,8
1000	не виявлено

Зміна концентрації парів вуглеводнів в атмосферному повітрі залежно від віддалі від джерела викиду забруднення, мг/м<sup>3</sup>.



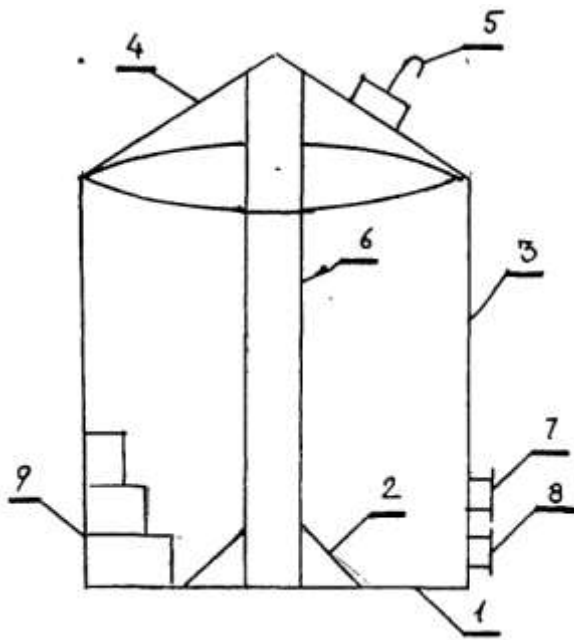
Результати проведеного аналізу показують вибірковість розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі . На їх основі зробимо висновок, концентрація парів нафтопродуктів зменшується із зростанням віддалі від джерела забруднення. ГДКтах становить 0,8 мг/м<sup>3</sup>. На основі даних результатів можна зробити висновок, що перевищення ГДК парів вуглеводнів відбувається до 600 м від джерела викиду.

#### **4. ЕКОЛОГО-КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ НА ЛВДС "БРОДИ"**

На ЛВДС "Броди" розміщені вертикальні ємності (РВ). Вони представлені у вигляді тонкостінного циліндру із зварених металічних полос. Дані вертикальні зварні резервуари виготовлені згідно ДЕСТ України. На основі ДЕСТУ були розроблені та затверджені конструкції вертикальних нафтових ємностей. Із затвердженням технічних умов типових конструкцій ємностей місткістю 100, 200, 300, 400, 500, 600, 1000, 3000, 5000, 10000 м<sup>3</sup>, ДЕСТ на дані резервуари втратив своє значення.

Нафтовий вертикальний резервуар із зварних полос, має плоске дно та вертикальний корпус у вигляді циліндра. Перекриття складається з окремих полос, які покриті листовою сталлю товщиною 2,5 мм. Полоси покриття опираються на корпус ємності та опору, яка встановлена у центрі днища (рис. 1.2.) [11].

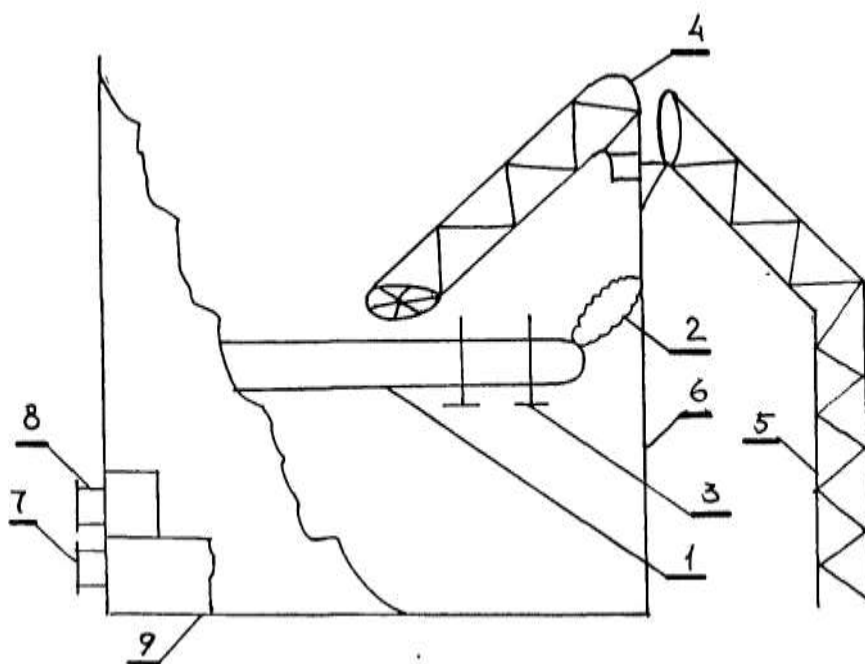
1. Днище резервуару
2. Косинка
3. Корпус ємності
4. Дах ємності
5. Випускний дихальний клапан
6. Опорна колонка
7. Впуск нафти
8. Випуск нафти
9. Зварювальні листи



Принцип роботи нафтових ємностей. Опорна колона з зонтом розташована телескопічно. До зонта приварена оболонка покрівлі, яка має дихальний клапан. Функції даного клапану полягають у випуску насичених нафтових парів, які накопичуються всередині резервуару.

Для покращення еколого-економічного стану підприємства на ЛВДС "Броди", необхідно провести заміну ємностей для наливу нафти з вертикальних із зварних полос на ємності вертикально-циліндричні, які обладнані плаваючим дахом.

Резервуар, обладнаний плаваючим дахом, це тонкостінний вертикальний циліндр, який має плоске дно. На днищі вмонтовані опори, на які розміщується плаваючий дах при порожньому резервуарі. Опори також використовують як стелажі при монтажі плаваючого даху. Висота опор становить 1,5-2,5 м, що дозволяє здійснювати ремонт днища та даху (рис. 1.3) [11].



1. Плаваючий дах
2. Гумовий обідок (контактний)
3. Опорна стійка 41 Рухома драбина
5. "Мертва" драбина
6. Корпус резервуару
7. Впуск нафти
8. Випуск нафти
9. Зварювальні листи

Плаваючий дах може виготовлятися з подвійним та з одним кільцевим понтоном.

1. Дах який має подвійний понтон у нафті не тоне та розміщується на поверхні. Між верхньою та нижньою поверхнями даху створюється повітряний екран.

При зборі та вловлюванні парів нафтопродуктів нижній шар даху піднімається до центру, а верхній опускається (призначений для збору атмосферних опадів).

2. Кільцевий понтон яким обладнаний однорядний дах, розташований на периферії металічного диску. За рахунок того, що понтон поділений на

ряд герметичних комірок, дах не тоне. Для збору атмосферних опадів центральна частина даху нахилена до центру.

Для того, щоб дах при заповненні нафтопродуктом ємностей міг підніматися потрібно, щоб його вага з додатковим навантаженням (атмосферна волога) була меншою чим підйомна сила, що виникає при наливі нафтопродуктів.

Діаметр плаваючого даху на 250-450 мм є менший від діаметру корпусу ємності. Це дає змогу уникати зачіпання його за нерівності циліндричного корпусу. Цей процес може відбуватися при наливі нафтопродукту (дах піднімається) та при зливі (дах опускається).

Проміжок між плаваючим дахом та корпусом ємностей ущільнений гумовою поясом. Контактний пояс формується з кільцевої гумової шини. Дана шина закріплена на плаваючому даху та контактує з корпусом ємності по горизонтальній лінії. Проміжок контакту шини з корпусом ємності складає 35 мм.

Ємності з плаваючим дахом, є особливо ефективними для великих, потужних нафтоперекачувальних станцій та баз для зберігання нафтопродуктів. Вони є неефективними у природно-кліматичних зонах пустель та Сибіру. В даних умовах плаваючий дах виводиться з ладу потужним сніговим покривом або шаром сипучих пісків.

Недолік ємностей з плаваючим дахом:

- дуже складна конструкція;
- висока вартість;
- висока металоємність на 1 м<sup>3</sup> ємності, ніж у типовому резервуарі;
- Обмежена можливість їх використання резервуарів у районах із значними атмосферними опадами та заповненням території.

Позитивною стороною використання резервуарів з плаваючими дахами є їх екологічність, а саме:

- значне зменшення викиду парів вуглеводнів в атмосферне повітря;

— вони є ефективними для ЛВДС "Броди", як для потужної нафто перекачувальної станції.

Отже, еколого-компенсаційні заходи по заміні ємностей для наливу нафти, що запроектовані, будуть сприяти суттєвому покращенню екологічного стану на ЛВДС "Броди".



## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1. Аналіз умов праці на ЛВДС "Броди"

#### 5.1.1. Стан виробничого травматизму і професійних захворювань

На ЛВДС "Броди" сьогодні працює 210 чоловік. За останні 5 років на підприємстві не виявлено жодного професійного захворювання і виробничого травматизму.

До санітарно-побутових приміщень відносять: гардеробні, душеві, туалети, кімнати для власної гігієни жінок, відпочинку, питного водопостачання, інгаляторії і інші. Крім перерахованих побутових приміщень до додаткових відносять: приміщення для загального харчування, культурного обслуговування, управління, приміщення і кабінети. На території ЛВДС "Броди", збудовано їдальню, готель, магазин (сервіс вищого класу).

Медичні працівники контролюють виконання санітарних норм і правил, перевіряють санітарний стан всіх об'єктів, побутових приміщень і територій, ведуть санітарно-гігієнічну пропаганду. На ЛВДС "Броди" складено санітарний паспорт підприємства, в якому даються всебічні санітарно-гігієнічні характеристики умов праці, обладнання, приміщень території.

Правила пожежної безпеки при експлуатації магістральних нафтопроводів України встановлюють основні вимоги пожежної безпеки при експлуатації магістральних нафтопроводів України, для діючих Підприємств магістральних нафтопроводів.

Таблиця 19-Забезпечення засобами пожежогасіння на ЛВДС "Броди"

№ п/п	Засоби пожежогасіння	Кількість, піт
1	Вогнегасники ОПУ-2	80
2	Пожежна колонка	5
3	Пожежні крани	20
4	Пожежні гідранти	10
5	Стволи пожежні	20
6	Пожежна машина ЗИЛ-130	1

#### 5.2. Заходи для покращення умов праці

Для кожного виробничого процесу потрібно розробити технологічні регламенти, затверджені у встановленому Міністерством порядку. Питання техніки безпеки, які відображені в технологічних регламентах мають відповідати сучасним правилам і діючим нормативним документам, положенням.

Всі виробничі ділянки проходять інструктаж з техніки безпеки по професіях і видах робіт, що забезпечують безпеку проведення всіх робіт на даній ділянці. Інструкція по техніці безпеки, яка розроблена на підприємстві, підлягає перегляду:

- не менше одного разу в 3 роки;
- при вимірах технологічного процесу і умов роботи;
- при аваріях, нещасних випадках;
- при зміні керуючих документів, які покладені в основу інструкції.

Інструкції розробляються керівниками виробництв, цехів і погоджуються 4з службою техніки безпеки ЛВДС "Броди", затверджуються головним інженером.

Всі робітники та інженерно-технічні робітники, що поступають на ЛВДС "Броди" або переводяться з одного об'єкту на інший, допускаються до самостійної роботи тільки після проходження інструктажу по техніці безпеки, пожежної безпеки.

На експлуатаційних об'єктах транспорту і зберіганні нафти, газів і нафтопродуктів, багато робочих працює на розвантажно-навантажувальних роботах. Особливо при будівельних, монтажних і ремонтних роботах , де потрібно переміщати труби, арматуру, обладнання і інше.

Підлітки до 18 на розвантажно-навантажувальні роботи не допускаються. При разових роботах підлітки чоловічої статі в віці від 16 до 18 років можуть переносити вантаж вагою до 16 кг, жіночої статі до 10 кг. Мужчини старше 18 років можуть переносити вагу до 18 кг, жінки — до 20 кг.

Вантаж масою більше 50 кг повинен підніматися на спину робітнику і зніматися з неї іншими робітниками. Відстань їх переносу не повинна перевищувати 60 м.

Під час проведення зварювальних робіт необхідно:

- загородити місце роботи переносними щитами не менше ніж з трьох сторін;
- з метою попередження ураження робітників електричним струмом всі металеві частини електроустаткування необхідно заземлити;
- перевірити ізоляцію зварювальних проводів та електротримачів, а також перед приєднанням зварювального апарату до електромережі слід провести внутрішній огляд всієї установки та переконатись в її справності;
- виконувати зварювальні роботи тільки в спецодязі і при наявності захисного щитка.

Всі працівники, які виконують роботи при встановленні обладнання і споруд, повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту.

Для проведення зварювальних робіт робітникам видається спецодяг: костюм брезентовий, рукавиці діелектричні, спецвзуття — чоботи.

Для підвищення стійкості брезентового спецодягу від пропалювання його парами розплавленого металу доцільно просочувати тканину спеціальними розчинами, які підвищують її вогнестійкість. Спецвзуття зварювальника повинно бути з закритим верхом. Штани обов'язково повинні одягатись на випуск і прикривати верх спецвзуття. В якості захисних засобів від дії випромінювання дуги, крім спецодягу зварювальника, використовується маска або шолом.

Очі робітника захищаються від випромінювання зварювальної дуги спеціальними темними скельцями, світлофільтрами, які встановлені в щиток або шолом, яким зварювальник захищає обличчя під час зварювальних робіт.

При підйомних роботах робітники обов'язково повинні носити захисні каски, працювати в комбінованих рукавицях.

— При навантажувально-розвантажувальних роботах робітникам необхідно працювати в костюмах б/п, комбінованих рукавицях, чоботах. Розрахунок потреби в спецодязі наведений у табл. 5.2.

Таблиця 20. -Розрахунок потреби у спецодязі, спецвзутті і засобах індивідуального захисту

№ п/п	Назва засобу	Термін заміни, шт/міс.	Кількість працюючих, чо л.	Загальна потреба, шт.
	Навантажувально-розвантажувальні роботи			
1	Костюм б/п	1/16	5	5
2	Чоботи	1/12	5	5
3	Рукавиці комбіновані	1/1	5	5
	Підйомні роботи			
1	Костюм б/п	1/16	2	2
2	Чоботи	1/12	2	2
3	Рукавиці комбіновані	1/1	2	2
4	Захисні каски	до зношування	2	2
	Зварювальні роботи			
1	Костюм брезентовий	1/12	3	3
2	Чоботи	<b>1/12</b>	3	3
3	Рукавиці діелектричні	<b>1/1</b>	3	3
4	Щиток	до зношування	3	3

Для запобігання виникнення пожеж необхідно провести: інструкцію для всіх вибухонебезпечних та пожежо небезпечних приміщень виробничих ділянок, робочих місць (цехів, складів, майстерень, резервуарного парку, насосної станції для перекачування нафти і нафтопродуктів); — інструкцію про заходи пожежної безпеки для окремих приміщень, виробничих ділянок, робочих місць; — загально об'єктову інструкцію про заходи пожежної безпеки.

Під час встановлення нового обладнання і споруд можливе виникнення пожежі, причиною пожежі є іскри або розплавлений шлак при електрозварюванні. Краплі розплавленого металу можуть залітати на відстань 5 м від зварювального пункту і викликати пожежу. Для запобігання виникнення пожежі при електрозварювальних роботах необхідно дотримуватись таких правил:

- місця, де проводяться зварювальні роботи, повинні бути очищені від горючих матеріалів в радіусі не менше 5 м;
- підґрунтя, де проводяться зварювальні роботи, повинна бути щільна, із вогнетривкого матеріалу;
- зварювальні роботи в пожежонебезпечних приміщеннях дозволяються при дотриманні заходів пожежної безпеки.

В разі виникнення пожежі для швидкої її ліквідації поблизу від місця зварювання завжди повинні бути бочка з водою і відро, ящик з піском, лопата і вогнегасник.

Для забезпечення безпеки людей і збереження споруд та інших будинків, а також обладнання від руйнування, загоряння і вибухів, при прямих ударах блискавки встановлюються блискавко захисники у відповідності з діючими "Вказівками по проектуванню і влаштуванню блискавко захисних споруд і промислових будівель".

## ВИСНОВКИ

1. Виробниче призначення лінійно-виробничої диспетчерської станції (ЛВДС) "Броди", яка відноситься до підприємств магістральних нафтопроводів "Дружба" прийом, перекачування, зберігання та налив нафти, поступаючої по магістральному нафтопроводу "Дружба" у ємності.
2. Основна маса нафти, яка поступає на ЛВДС "Броди", це суміш ромашкінської, калтасінської та західно-сибірської нафт. ЛВДС "Броди" є потужним забруднювачем довкілля. В атмосферу викидаються переважно вуглеводнів.
3. Внаслідок випаровування нафти та витіснення її парів при заповненні ємностей вертикальних — 5000 м<sup>3</sup> і 10000 м<sup>3</sup> ("малі", "великі" дихання, "зворотній видих") відбувається викид вуглеводнів в атмосферу. В роботі представлено фракційний склад газоповітряної суміші, яка випаровується з джерел викиду шкідливих речовин. Основними поліюантами являються наступні речовини: гексан метан, пропан, бутан, етан, пентан,. При аналізі виробничого процесу на ЛВДС "Броди" нами виявлено 10 джерел викиду шкідливих речовин в атмосферне повітря.
4. В даній кваліфікаційній роботі адаптовано до конкретного об'єкту методи визначенню викидів вуглеводнів з ємностей та залізничних цистерн, нафтовловлювачів, котельної, центральної ремонтної майстерні, технологічної насосної. За даною методикою здійснено розрахунки, які показали об'єктивні річні викиди токсичних речовин в т/рік та максимальні викиди в г/с.
5. Отримані дані результатів розрахунків показали, що на ЛВДС "Броди", фіксуються перевищення ГДК за парами вуглеводнів.
6. В розділі аналітичне визначення нафтопродуктів в об'єктах навколишнього середовища, проводилися лабораторні дослідження забруднюючих речовин з віддалю від джерела забруднення газохроматографічним методом. Результати

аналізу показали, що зі збільшенням віддалі від джерела забруднення викиди забруднюючих речовин зменшуються.

7.Для покращання екологічної ситуації в районі ЛВДС "Броди" розроблено еколого-компенсаційний захід. В основу, якого покладено, заміну резервуару вертикального з дихальним клапаном на резервуар вертикальний з плаваючою понтоною, що знизить викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

8.В розділі економічна характеристика підприємства розраховано площу забруднення навколишнього середовища в разі впровадження еколого-компенсаційного заходу. Отже, з даних розрахунків видно, що після впровадження даного заходу, економія від зменшення плати за забруднення атмосфери покриє тільки поточні витрати на утримання і експлуатацію резервуару. Але враховуючи і отриманий екологічний ефект, що полягає як і в економії природних ресурсів і в запобіганні зменшення викиду небезпечних речовин в навколишнє середовище за рахунок інженерних методів, слід вважати впровадження еколого-компенсаційного заходу додатнім.

9.В дипломному проекті передбачено розділ охорона праці, що дає змогу попередити на даному підприємстві виробничий травматизм і професійні захворювання, виникнення пожеж, покращання виробничої санітарії та гігієни праці.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Возняк М.П. Інфраструктура і режими експлуатації систем нафтогазопостачання України / М.П. Возняк. Івано-Франківськ : Факел, 2004. 204 с.
2. Глоба В.М. Основи будівництва трубопроводів : навч. посіб. / В.М. Глоба, О.Т. Мартинюк. – Івано-Франківськ : ІФДТУНГ, 2000. 156 с.
3. Інструкція про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродуктів на підприємствах і в організаціях України: затв. наказом Мінпаливенерго України № 281/171/587/155 від 20.05.2008. – <http://zakon3.rada.gov.ua>.
4. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. – К.: Книжне видавництво НАУ, 2006. 492 с.
5. Кологривов, М. М. Транспортування і перевалка високов'язкої нафти та нафтопродуктів з підігрівом : навч. посіб. / Кологривов Михайло Михайлович, Бузовський Віталій Петрович ; Одес. нац. технол. ун-т. Одеса , 2022. 127 с.
6. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: ДСТУ 4454:2005. – [Чинний від 2005- 09-16]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – Ч. IV. – 32 с. – (Національний стандарт України).
7. НПАО В.02.008-2007/510. Транспортування нафти, газу, конденсату. Пожежна безпека. Основні положення : затв. Мінпаливенерго України 24.04.2007. <http://online.budstandart.com>.
8. Національна акціонерна компанія “Нафтогаз України”. Київ, 2009. <http://www.naftogaz.com/>.



9. Мамедов Б. Б. Технологічні розрахунки процесів переробки нафти та газу: навчальний посібник. — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. 246 с., іл.

10. Матеріали до розрахунків процесів та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв: Навчальний посібник / Врагов А.П., Михайловський Я.Е., Якушко С.І.; за ред. А.П. Врагова. Суми: Вид-во СумДУ, 2008. 170 с.: іл.

11. Основи нафтогазової інженерії [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів. / Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. - Львів: «Новий Світ- 2000», 2020. 416 с.

12. Режими газотранспортних систем / Є.І. Яковлев, О.С. Казак, В.Б. Михалків та ін. – Львів : Світ, 1992. 170 с.

13. Саранчук В.І. Хімія і фізика горючих копалин / В.І. Саранчук, М.О. Ільяшов, В.В. Ошовський, В.С. Білецький. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. 600 с.

14. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцветаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. 203 с.

15. Шестопалов О. В. О 92 Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамедова О. О. та ін.– Х. : НТУ «ХП», 2015. 116 с.