

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ**

Виконав: студент групи ТЗД-19м
спеціальності 183 – Технології захисту
навколишнього середовища

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Бресь Юрій Вікторович

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Васильківський І.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.х.н., доцент Прокопчук С.П.

(прізвище та ініціали)

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Кафедра екології та екологічної безпеки

Спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ

к.т.н., доцент

В. А. Іщенко

(підпис)

« 8 » вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бресь Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

керівник роботи Васильківський Ігор Володимирович, к.т.н., доцент,

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

затверджено наказом по ВНТУ від « 25 » вересня 2020 року № 214

2. Строк подання студентом роботи « 1 » грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи:

Параметри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (додаток Б). Викиди АЗС «Shell» за адресою: м.Вінниця, вул. елецька, 52 а, (додаток В).

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

1. Екологічний контроль автозаправних станцій.
2. Розрахунок забруднення автозаправних підприємств.
3. Дослідження якісних і кількісних змін нафтових палив в умовах зберігання.
4. Природоохоронні заходи і рекомендації.
5. Визначення техніко-економічної ефективності газовідвідної системи із запобігання втратам палив від випаровування при зберіганні.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Наслідки від випаровування нафтопродуктів.
2. Термогравіметрія сорбентів після адсорбції автомобільного бензину.
3. Модель системи зменшення природних втрат палив при зберіганні з використанням сорбентів і ТЕМ.
4. Пірометричний давач пожежної сигналізації для автозаправних комплексів.
5. Експлуатаційні характеристики сучасних УРП.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Завідувач кафедри <u>підприємництва, логістики та менеджменту</u> , доктор економічних наук, професор Мороз Олена Омелянівна		

7. Дата видачі завдання « 8 » вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів МКР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання.	15.09.2020	
2.	Визначити вплив нафтогазової галузі на довкілля. Дослідити вплив автозаправних станцій на стан атмосферного повітря, водне середовище та стан ґрунтів.	30.09.2020	
3.	Проаналізувати методики визначення концентрації забруднювальних речовин у нафтогазовій галузі.	19.10.2020	
4.	Дослідити існуючу систему екологічного контролю автозаправних станцій в Україні.	31.10.2020	
5.	Провести комплексний екологічний моніторинг та контроль автозаправних підприємств, на прикладі АЗС м. Вінниця.	10.11.2020	
6.	Розробити природоохоронні заходи для автозаправних комплексів.	20.11.2020	
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020	

Студент

_____ Бресь Ю. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Васильківський І. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ.....	9
1.1 Вплив викидів автозаправних станцій на здоров'я людини, тваринний і рослинний світ.....	9
1.2 Методики визначення концентрації речовин забрудників.....	13
1.3 Моніторинг АЗС міста Вінниці.....	19
2 РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АВТОЗАПРАВНИХ ПІДПРИЄМСТВ...	25
2.1 Екологічний податок за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти...	25
2.2 Екологічний податок за розміщення відходів підприємств нафтогазової промисловості.....	26
2.3 Екологічний податок за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	27
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ І КІЛЬКІСНИХ ЗМІН НАФТОВИХ ПАЛИВ В УМОВАХ ЗБЕРІГАННЯ.....	34
3.1. Характеристики палив для автотранспортних засобів.....	34
3.2. Характеристика "дихальної" арматури резервуарів об'єктів паливозабезпечення.....	35
3.3. Характеристики і властивості сорбувальних матеріалів.....	37
3.3.1 Характеристика вуглецевих сорбувальних матеріалів.....	39
3.3.2 Характеристики цеолітів.....	40
3.3.3 Характеристика змішаних систем і газорозподільних мембран.....	42
3.3.4 Характеристика силікагелів.....	43
3.4 Методи дослідження якісно-кількісних втрат палив від випаровування...	44
3.4.1 Температурний режим резервуарів.....	45
3.4.2 Температура поверхневого прошарку палива.....	48

3.5 Порівняльна характеристика сорбентів для поглинання та видалення летких вуглеводнів автомобільного та авіаційного бензинів і палива для реактивних двигунів.....	48
3.5.1 Дослідження кінетики сорбції пари палив сорбентами.....	49
3.5.2 Дослідження видалення адсорбованих фракцій досліджуваних палив.....	51
3.6 Математична модель сорбції, десорбції і конденсації парів вуглеводневого палива.....	55
4 ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	63
4.1 Напрями зниження втрат нафтових палив від випаровування.....	63
4.2 Газовідвідна система зменшення втрат нафтових палив.....	64
4.3 Пірометричний давач пожежної сигналізації для автозаправних комплексів.....	72
5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОВІДВІДНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ВТРАТАМ ПАЛИВ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ.....	75
5.1 Визначення техніко-економічної ефективності ДКНП.....	76
5.2 Рекомендації для нафтогазових підприємств щодо зменшення економічних збитків від забруднюючих речовин.....	81
ВИСНОВКИ.....	84
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	86
Додаток А. Технічне завдання.....	88
Додаток Б. Параметри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	90
Додаток В. Викиди АЗС «Shell».....	91
Додаток Г. Ставки податку.....	93
Додаток Д. Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи.....	96

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 96 стор., 18 рис., 31 табл.,
16 джерел.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто екологічний стан автозаправних комплексів на території міста Вінниці та проаналізовано вплив викидів автозаправних станцій на довкілля та здоров'я населення.

Розроблені природоохоронні заходи для покращення екологічного стану території автозаправних комплексів.

Метою роботи є підвищення ефективності проведення комплексного екологічного контролю та розробка природоохоронних заходів на території автозаправних станцій.

Об'єктом дослідження є процес екологічного моніторингу та контролю нафтогазових підприємств.

Предмет дослідження газові викиди нафтових палив від випаровування.

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища України, охорона атмосферного повітря, водного та ґрунтового середовища.

Ключові слова: ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ, НАФТОГАЗОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, НАФТОПРОДУКТИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, АВТОЗАПРАВНА СТАНЦІЯ, БЕНЗИН, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.

ABSTRACT

Master's qualification work: 96 pages, 18 figures, 31 tables, 16 sources.

In the master's qualification work the ecological state of filling stations in the territory of the city of Vinnitsa is considered and the influence of emissions of fuel filling stations on the environment and public health is analyzed.

Developed environmental measures to improve the ecological state of the territory of filling stations.

The purpose of the work is to increase the efficiency of comprehensive environmental control and development of environmental measures at gas stations.

The object of research is the process of environmental monitoring and control of oil and gas enterprises.

Subject of study of gas emissions of petroleum fuels from evaporation.

The sphere of application is the protection of the natural environment of Ukraine, protection of atmospheric air, water and soil environment.

Key words: ECOLOGICAL MONITORING, ECOLOGICAL CONTROL, OIL AND GAS INDUSTRY, OIL PRODUCTS, ENVIRONMENTAL SAFETY, AUTOSPARING STATION, GAS, ATMOSPHERIC AIR.

ВСТУП

Актуальність. Продукти нафтопереробки широкого використовуються у всіх галузях промисловості, сільськогосподарському виробництві, транспорті, у побуті. Нафтопродукти є токсичними речовинами третього класу небезпеки. Потрапивши в ґрунт, вони утворюють плівку, яка погіршує умови життєдіяльності рослин і мікроорганізмів.

Процес розкладання нафтопродуктів протікає вкрай повільно. За три-чотири роки відбувається окислення деяких компонентів. Утворюються пірени, які через 25-30 років перетворюються на самі токсичні речовини першого класу небезпеки – бенз(а)пірени. Слід враховувати, що у складі нафтопродуктів присутні такі небезпечні речовини, як бензол, стирол, толуол, ксилол та ін.

Стрімке зростання автотранспортних засобів призводить до збільшення кількості автозаправних станцій (АЗС). Кожна АЗС є джерелом викиду забруднюючих речовин. Основними забруднюючими речовинами в процесі експлуатації АЗС при використанні бензину, дизельного палива та скрапленого вуглеводневого газу є: бензин, вуглеводні насичені, пропан, бутан, етан, метан. Безпосередньо джерелами викиду забруднюючих речовин на АЗС під час виконання технологічних операцій є: дихальний клапан резервуару з паливом (організоване джерело), забруднююча речовина утворюється під час заправки резервуару з бензовозу, а також при зберіганні в резервуарах: гирло бензобаку (неорганізоване джерело), забруднююча речовина утворюється під час заправки баків автомобільних транспортних засобів. АЗС являються стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря - за рахунок випарування бензину й дизельного палива з резервуарів для їх зберігання. Вміст цих речовин у атмосферному повітрі міста не контролюється на постах спостереження.

Метою роботи є підвищення ефективності проведення комплексного екологічного контролю та розробка природоохоронних заходів на території автозаправних станцій.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Визначити вплив нафтогазової галузі на довкілля. Дослідити вплив автозаправних станцій на стан атмосферного повітря, водне середовище та стан ґрунтів. Проаналізувати методики визначення концентрації забруднювальних речовин у нафтогазовій галузі.

2. Дослідити існуючу систему екологічного контролю автозаправних станцій в Україні.

2. Провести комплексний екологічний моніторинг та контроль автозаправних підприємств, на прикладі АЗС м. Вінниця.

3. Розробити природоохоронні заходи для автозаправних комплексів.

Об'єктом дослідження є процес екологічного контролю нафтогазових підприємств.

Предмет дослідження газові викиди нафтових палив від випаровування.

Наукова новизна.

1. Удосконалено математичну модель сорбції, десорбції і конденсації парів вуглеводневого палива, що дозволило підвищити точність інвентаризації викидів АЗС.

3. Вперше розроблено швидкодіючий пірометричний давач пожежної сигналізації для автозаправних комплексів, що дозволило підвищити протипожежну і техногенно-екологічну безпеку АЗС.

Практичне значення. Удосконалені математичні моделі сорбції і десорбції, екологічного моніторингу та контролю автозаправних станцій є корисними для мережі автозаправних станцій та природоохоронних організацій. Здійснений моніторинг нафтогазових підприємств дає змогу підвищити ефективність контролю викидів, скидів та відходів на цих підприємствах. Результати проведених досліджень доцільно використати в практиці екологічного моніторингу і контролю нафтогазових підприємств, а також у навчальному процесі екологів (додаток Д).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри ЕЕБ, зокрема, госптематика №1610 «Розроблення Програми регіонального екологічного моніторингу Вінницької області на 2012-2016 роки», а також відповідно законів України: «Про охорону навколишнього природного середовища» №1268-ХІІ від 26.06.91, «Про охорону здоров'я» №2802-ХІІ від 19.11.92, «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» №4005-ХІІ від 24.02.94, закону “Про охорону атмосферного повітря”, №2708-ХІІ від 16.10.92.

Методи дослідження. Використано методи комплексного, системного науково-обґрунтованого аналізу, а також методи математичної статистики та кореляційного аналізу.

Особистий внесок автора. Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, розроблені природоохоронні заходи, здійснено розрахунок еколого-економічної ефективності впровадження біодизеля, зроблено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, його узагальнення та формулювання висновків.

Публікації. Викладені у МКР положення доповідались на наукових конференціях: VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (м.Вінниця, 2019), а також у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ.

Подяки. Автор вдячний начальнику відділу транспорту та зв'язку департаменту енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради Бузниковатому Сергію Валерійовичу за розуміння і моральну підтримку у проведенні досліджень магістерської кваліфікаційної роботи.

1 ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

1.1 Вплив викидів автозаправних станцій на здоров'я людини, тваринний і рослинний світ

Основним джерелом потрапляння нафтопродуктів в землю є викиди автотранспорту, вуглеводні, потрапляють у ґрунт з талим снігом і дощовими стоками, витоків на об'єктах їх зберігання та переробки, несанкціоновані звалища будівельного і побутового сміття, протоки при заправці автотранспорту паливом та ін.

В Україні контролюють автомобілістів, щоб викиди не перевищували норми. Моніторинг і контроль викидів проводять національне агентство з екологічних інвестицій та державна екологічна інспекція. Необхідно виявляти автомобілі, викиди яких не відповідають нормі. Контролюють це питання представники екологічної інспекції та ДАІ [1-5].

Значення окремих складових до загальної емісії забруднення залежить від технічних параметрів обладнання, його стану, кваліфікації та дисципліни персоналу. Орієнтовні значення окремих джерел у загальній емісії забруднення представлено у вигляді кругової діаграми на рисунку 1.1.

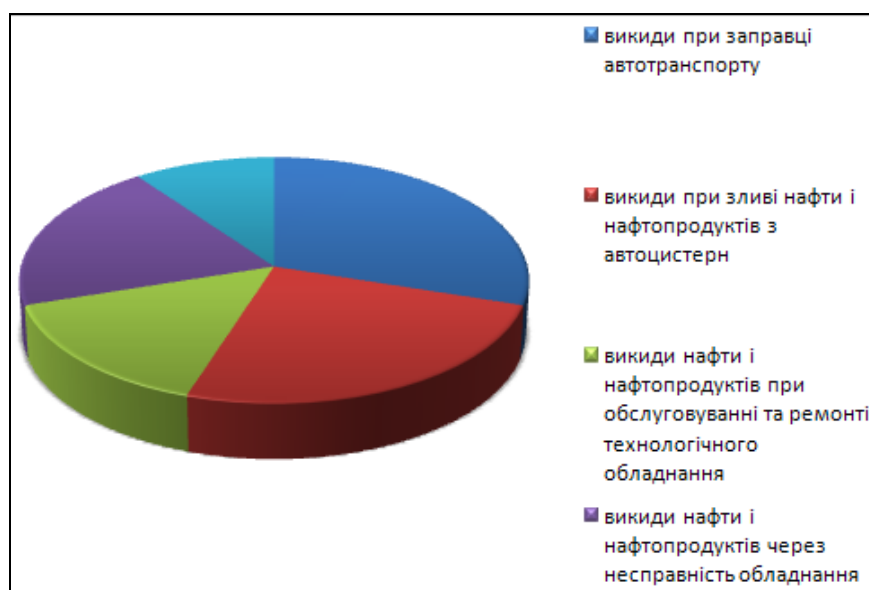


Рисунок 1.1 – Діаграма загальної емісії забруднення

Усі викиди від АЗС (пари бензину та дизельного палива, вибухові гази) – токсичні речовини, які часто спричиняють незворотну шкоду організму, що призводить до функціональних порушень, деформацій та летального кінця. Вони можуть викликати гострі та хронічні отруєння.

Гостре отруєння виявляється внаслідок відносно сильного, але одноразового впливу отруючого агенту на організм. Гостре отруєння протікає бурхливо, швидко закінчується або видужанням, або смертю.

Хронічне отруєння виникає у результаті тривалого проникнення у організм невеликої кількості отрути.

Зараз спостерігається звикання (адаптація) населення до ряду забруднюючих речовин. При звиканні до токсикантів підвищується опірність організму і до інших чинників, що мають зовсім іншу фізичну природу. Це виявляється в розвитку у частини населення стану неспецифічно підвищеної опірності організму (СНПО), а саме підвищеної сприйнятливості до додаткових навантажень, більш швидкої нормалізації порушень, що розвилися. Стан неспецифічно підвищеної опірності часто супроводжується зривом адаптації й організм людини стає дуже дошкульним до впливу токсикантів, що викликає різні захворювання людини [3].

Токсиканти впливають на усі головні системи організму:

- Кровотворну та імунну системи (оксиди вуглецю, свинець);
- Центральну нервову систему (ЦНС) й нейроендокринну систему (бензин й гас, оксиди азоту, оксид вуглецю(II), свинець);
- Опорно-руховий апарат та систему виділення (оксид вуглецю(II), бензин й гас);
- Серцево-судинну та дихальну системи (бензин й гас, оксиди азоту, вуглецю, діоксид сірки, свинець);
- Шлунково-кишковий тракт (бензин й гас, оксиди азоту, оксид вуглецю(II), діоксид сірки, свинець).

Загальні симптоми у разі отруєння цими речовинами – це головний біль, запаморочення, порушення координації руху, нудота.

Підвищення в атмосферному повітрі концентрацій токсикантів впливає і на рослинний світ. Забруднення атмосферного повітря приводить до зменшення фотосинтезу рослин, що приводить до порушення екологічної рівноваги в природі. Шкідливий вплив токсикантів (діоксид сірки, оксид азоту) на рослинність виявляється в зниженні врожайності ряду сільськогосподарських культур, передчасному листопаді, утраті плононосіння у дерев [4,7].

Дія розглянутих токсикантів вивчена лише на піддослідних тваринах й виявляється тими самими симптомами та захворюваннями, що й у людини.

Якщо потрапляють на поверхню нафтопродукти фільтруються вертикально через товщу ґрунтів зони аерації і досягають рівня ґрунтових вод, де відбувається їх накопичення і розтікання по водоносному горизонту.

Також забруднення ґрунтів і підземних вод на територіях АЗС може бути обумовлено витокami нафтопродуктів.

Причинами витоків можуть бути різні дефекти і розгерметизація резервуарів, аварійні протоки, втрати при наповненні і спорожненні резервуарів та інших ємностей, несправності технологічного обладнання.

Основна особливість витоків полягає в тому, що вони носять нерівномірний по площі і в часі характер. Наприклад, виток з швидкістю дві краплі за 1 секунду призводять до втрати 130 л/міс нафтопродуктів. Виток у вигляді крапель, які переходять у тонкий струмінь, досягають 200 л /міс, а витікання у вигляді струменя товщиною 2,5 мм призводять до втрат до 2,5 м³ /місяць [5].

Інша важлива особливість витоків на об'єктах нафтопродуктозабезпечення полягає в тому, що вони відбуваються (або можуть відбуватися) протягом усього терміну функціонування цих об'єктів. Тому, незважаючи на обмеженість у часі кожного окремого витокy, внаслідок поперемінного виникнення витоків відбуватиметься постійне забруднення території об'єкта протягом всього терміну його експлуатації.

На сучасних АЗС, що мають герметичне обладнання, ймовірність підземних витоків палива мінімізована, проте кількість проток у

паливороздавальних колонках та на майданчику зливу палива залишається високим (до 100 г на 1 т бензину і 50 г на 1 т дизпалива). Від проток, руху автотранспорту і атмосферних випадінь фіксується високе забруднення поверхневого стоку.

Вплив забрудненого поверхневого стоку на ґрунтове середовище особливо інтенсивно, якщо відсутня зливово каналізація та очистка стоку. В даний час не всі АЗС мають закриті системи водовідведення та очисні споруди. Але навіть у тих випадках, коли такі системи є, з не замоцених поверхонь, газонів і через тріщини в покриттях, частина забрудненого стоку потрапить в ґрунти (від 10 до 30% обсягу).

Нафтопродукти є токсичними речовинами третього класу небезпеки. Потрапивши в ґрунт, вони утворюють плівку, яка погіршує повітряно-водообмін. У результаті гинуть всі рослини і мікроорганізми.

Процес розкладання нафтопродуктів протікає вкрай повільно. За тричотири роки відбувається окислення деяких компонентів. Утворюються пірени, які через 25-30 років перетворюються на самі токсичні речовини першого класу небезпеки – бенз(а)пірени [3].

Досліджень станом ґрунтів в районі АЗС недостатньо. Це частково пояснюється тим, що забруднення ґрунтів нафтопродуктами в нашій країні не нормується. Тому, з точки зору комплексного впливу на ґрунтову середу і біосферу такі дослідження необхідні. Слід враховувати, що у складі нафтопродуктів присутні такі небезпечні речовини, як бензол, стирол, толуол, ксилол та ін. За результатами досліджень можлива розробка інженерних методів рекультивації та реабілітації нафто забруднених ґрунтів.

Якщо вважати найважливішим показником забруднення рівень рухливості хімічних елементів у ґрунті, то під стійкістю до забруднення слід розуміти здатність ґрунтів переводити забруднення речовини в міцно фіксуєчий стан. Стійкість ґрунтів до забруднення переважно обумовлена такими властивостями, як ємність катіонного обміну, рН, вміст гумусу. Очевидно, що і заходи з рекультивації забруднених земель повинні

грунтуватися на збільшення поглинальної здатності ґрунтів та оптимізації ґрунтової кислотності [4,7].

1.2 Методики визначення концентрації речовин забрудників

Метод фотоколориметрії – метод визначення ступеня поглинання світла досліджуваним розчином або гідросумішшю, інтенсивності його забарвлення. Використовується для вивчення гірські породи, вугілля, властивостей нафти, при аналізі вод (метод А.С. Колбановської).

Наприклад, колориметричні властивості нафти залежать від вмісту асфальтено-смолистих речовин. Разом із змінами вмісту останніх в нафті змінюється її в'язкість, густина і інші властивості. Тому за зміною колориметричних властивостей нафти можна міркувати і про зміну інших її параметрів.

Методика фотоколориметричного визначення парів вуглеводнів, які є найпоширенішими забруднювальними речовинами у нафтогазовій галузі, призначена для визначення парів бензину, гасу та уайт-спіриту в відведених газах аерозольного виробництва в інтервалі концентрацій від 30 до 750 мг/м³.

Принцип методу візуально-колориметричний, заснований на окисленні вуглеводнів (гасу, бензину, уайт-спіриту) біхроматом кальцію в концентрованій сірчаній кислоті з утворенням продуктів окислення від світло-жовтого до темно-коричневого кольору. Інші органічні речовини заважають визначенню.

Відносне значення сумарної похибки результатів аналізу 15%.

Час проведення визначення 60 хв. з урахуванням часу відбору проби газу.

Реактиви та апаратура:

1. Вуглеводні – бензин, гас, уайт-спірит – використовувані на виробництві.
2. Калій двуххромовоокислий, чда, ГОСТ 4220-75.
3. Кислота сірчана, пл. 1,84, хч, ГОСТ 4204-77.

4. Розчин, що поглинає (окислювальна суміш) – 0,2% розчин біхромату калію в сірчаній кислоті.

5. Вихідний стандартний розчин. У мірну колбу ємністю 50 мл вносять 30 мл окисної суміші і зважують, додають близько 0,5 мл уайт-спіриту, гасу або бензину і знову зважують. Нагрівають розчин протягом 30 хв. на киплячій водяній бані. Об'єм розчину в колбі доводять до мітки окисної сумішшю, добре перемішують і обчислюють вміст вуглеводню в 1 мл розчину.

6. Робочий стандартний розчин, містить 1000 мкг вуглеводню в 1мл, отримують з вихідного розчину шляхом розбавлення його окисненої сумішші.

7. Аспіратор, ГОСТ 10238-74, модель 822.

8. Пробірки (150-15мл), ГОСТ 10515-75.

9. Піпетки, ГОСТ 20292-74, ємністю 1,5 і 10 мл з ціною поділки 0,01; 0,05 і 0,1 мл відповідно.

10. Циліндр мірний, ГОСТ 1770-74, ємністю 100 мл.

11. Колби мірні, ГОСТ 1770-74, ємністю 50 мл.

12. Баня водяна, ТУ 64-1-2850-76.

13. Ваги аналітичні типу ВЛА-200.

14. Секундомір, ГОСТ 5072-79.

Для побудови стандартної шкали готують розчини стандартів з реактивів в кількостях, зазначених у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Шкала стандартів

Реактив	Номер стандарту								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Робочий стандартний розчин вуглеводню, мл	0	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5
Окислювальна суміш, мл	3	2,9	2,8	2,5	2,3	2,0	1,5	1,0	0,5
Вміст вуглеводню, мкг	0	100	200	500	700	1000	1500	2000	2500

Пробірки занурюють на 30 хвилин в киплячу водяну баню. Після охолодження використовують отримані розчини в якості стандартної шкали. Розчини стійкі протягом 20 діб.

Через два послідовно з'єднаних поглинальних прилади, що містять по 3 мл поглинального розчину, пропускають аналізований газ зі швидкістю 0,2 л/хв протягом 20 хв.

З кожного поглинача окремо в сухі пробірки з притертою пробкою переносять 2,5 мл проби, обсяг доводять до 3 мл розчином, що поглинає і занурюють на 30 хвилин в киплячу водяну баню. При охолодженні порівнюють забарвлення проб з відповідними розчинами стандартної шкали. На рисунку 1.2 зображений загальний вигляд фотоколориметра КФК-3. В таблиці 1.2 наведені технічні характеристики фотоколориметра КФК-3.



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд фотоколориметра КФК-3

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики фотоколориметра КФК-3:

Спектральний діапазон роботи	315 – 900
Спектральний інтервал виділяється монохроматором фотометра, нм	≤ 7
Коефіцієнта пропускання t	0-100
Оптична щільність D	0-3
Абсолютна похибка вимірювання t	$\leq 0,5$
Основна абсолютна похибка установки довжини хвилі, нм	≤ 3
Індикація результатів вимірювання і робочої довжини хвилі	цифрова
Живлення – від мережі змінного струму напругою	(220 ± 22) з частотою (50 ± 1) Гц
Габаритні розміри приладу	$\leq 500 \times 360 \times 165$
Маса, кг	15

Спектрофотометр – прилади, для контролю кольору. Головні завдання спектрофотометра – розрахунок колірних координат і побудова спектральної кривої вимірюваного об'єкта [3].

Більшість моделей спектрофотометрів для поліграфічних потреб мають можливість одержувати координати кольору в міжнародних системах XYZ, CIE Lab, CIE LCH.

Для імітації різного освітлення спектрофотометри використовують стандартизовані джерела випромінювання D50, D65, A, B, C і т.д., що мають певні спектральні характеристики. На рисунку 1.3 зображений загальний вигляд спектрофотометра DR-2010. В таблиці 1.3 наведені технічні характеристики спектрофотометра DR-2010.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд спектрофотометра DR-2010

Методика газохроматографічного визначення концентрації таких вуглеводнів, як бензину і етилацетату в промислових викидах призначена для визначення концентрації і бензину і етилацетату в промислових викидах виробництв гумової промисловості, а також інших виробництв, що застосовують ці продукти. Діапазон вимірювання концентрації бензину становить 50-30000 мг/м³, етилацетату – 5-15 000 мг/м³.

Таблиця 1.3 Технічні характеристики спектрофотометра DR-2010

Оптичний діапазон	400 - 880 нм
Ширина спектральної лінії	4 нм
Точність поліхроматора	± 1 нм
Розширення поліхроматора	1 нм
Вибір довжини хвилі	Автоматичний, залежить від використовуваного методу
Оптична система	для багатоканальної спектроскопії
Калібрування поліхроматора	за допомогою монохроматичного джерела
Фотометричний діапазон	-2 ... +2 А
Фотометрична похибка	± 0.005 А від 0.0 до 0.5 А; ± 1% від 0.5 до 2.0 Abs
Режими виміру	Пропускання, поглинання, концентрація
Живлення	Батарея, акумулятор, мережа, змінний струм
Інтерфейс	Графічний сенсорний дисплей роздільною здатністю 320 x 240 з підсвічуванням
Пам'ять	1000 записів (дата, час, результат, зразок, користувач), 50 користувальницьких калібрувань
Умови експлуатації	0 .. 40 ° С; 90% відн. вологості
Умови зберігання	-10 .. +60 ° С; 85% відн. вологості
Розмір	32 x 18 x 19 см
Вага	2,2 кг

Для визначення концентрації бензину і етилацетату використовується газохроматографічний метод, заснований на детектуванні компонентів полум'яно-іонізаційним детектором. Проба газу, який визначають вводиться без попереднього концентрування. На рисунку 1.4 зображена принципова схема газового хроматографа [6].

При визначенні бензину результати вимірювання завищують аліфатичні вуглеводні С_г – С_g (граничні і ненасичені).

Реактиви і матеріали, які використовують для вимірювання:

- газовий хроматограф ЛХМ-8 МД або будь-який інший з полум'яно-іонізаційним детектором (поріг чутливості по пропану $2,5 \times 10^{-8}$ мг/с);
- колонки хроматографічні з нержавіючої сталі (робоча і порівняльна), діаметр 3 мм, довжина 1 м;
- секундомір, ГОСТ 5072-79Е;
- аспіратор будь-якої моделі;
- газова піпетка, ємністю 0,5-1 л;
- шприци медичні ємністю 1; 5; 10 мл, МРТУ 64-1-378-68;

- мікрошприц МШ-10, ТУ 2.833.106;
- ваги лабораторні, ГОСТ 24 104-80Е;
- визначник маси, ГОСТ 7328-82Е;
- лінійка вимірювальна металева ГОСТ 427-75;
- лупа вимірювальна, ціна поділки 0,1 мм, ГОСТ 8309-75;
- скляна ємність 10 або 20 л;
- чашка виварювальна порцелянова № 6, ємністю 250 мл, ГОСТ 9177-74;
- насос водострумний вакуумний, ГОСТ 10 696-75 або аналогічний;
- набір сит «Фізприбор»;
- пісочна лазня;
- муфельна піч, ТУ 79 РСФСР 337-72;
- водень електролітичний (тиск 1,2-1,5 мгс /см).

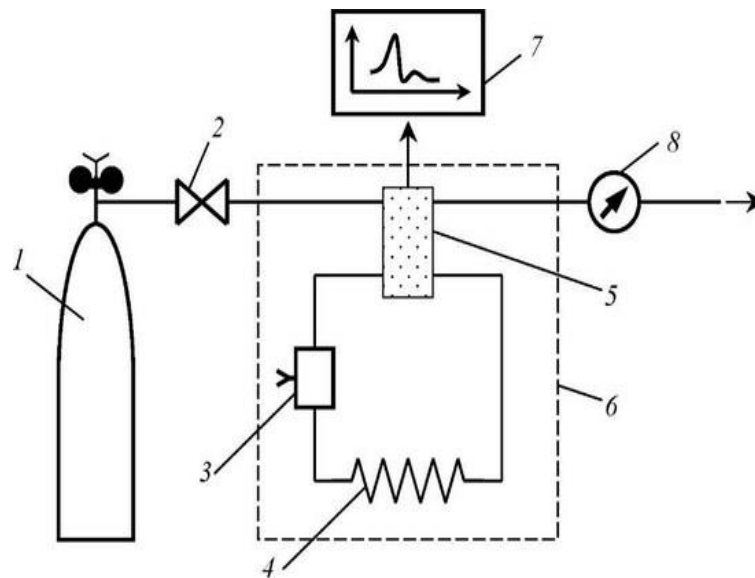


Рисунок 1.4 – Принципова схема газового хроматографа:

1 – джерело газ-носія; 2 – вентиль тонкого регулювання швидкості потоку газу-носія; 3 – прилад для введення проби; 4 – хроматографічна колонка; 5 – детектор; 6 – термостат; 7 – колонки і термостат детектора; 8 – вимірювач швидкості потоку газ-носія.

Хроматограф – прилад вимірювальної техніки, призначений для вимірювання компонентного складу газу. На рисунках 1.5 – 1.8 зображений

загальний вигляд газового хроматографа та окремих його частин. Принцип дії ґрунтується на різній сорбції складових частин яким-небудь адсорбентом. Зазвичай хроматографи ділять на дві великі групи – газові та рідинні, за типом використовуваного елюенту. У газових хроматографах елюентом (газом-носієм) виступає газ (як правило, інертний, в основному використовуються водень, гелій, азот і аргон), в рідинній хроматографії носієм є рідина (як правило, органічні розчинники, вода і водні розчини використовуються в особливих видах хроматографії, наприклад, в гель-фільтруючій) [5].



Рисунок 1.5 – Спеціальний пакет для зберігання суміші

1.3 Моніторинг АЗС міста Вінниці

При оцінці шкідливої дії АЗС на навколишнє середовище не можна забувати і про викиди від автотранспортних засобів, які заїжджають та обслуговуються на автозаправних станціях. Основна причина забруднення повітря полягає в неповному і нерівномірному згоранні палива. У відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання міститься 170 шкідливих компонентів. До складу цих викидів входять оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, сірки, тверді частки, при перемінних режимах роботи, запусках, зупинках автотранспорт викидає сажу, смоли, бенз(а)пірен, продукти неповного згорання палива, а також важкі метали (особливо свинець), які

утворюються під час витирання гальмових колодок та зношуванні автопокришок [9,11-16].

Картерні гази - це суміш частини відпрацьованих газів, які проникають через нещільності поршневих кілець в картер двигуна, з парами моторного мастила. Паливні випаровування надходять в навколишнє середовище через систему живлення двигуна: стиків, шлангів і т. д. Розподіл головних компонентів викидів у карбюраторного двигуна наступне: відпрацьовані гази мають 95% CO, 55% і 98%, картерні гази по – 5%, 2%, а паливні випаровування – до 40 %. Усі ці викиди - токсичні речовини, які часто спричиняють незворотну шкоду організму, що призводить до функціональних порушень, деформацій та летальногокінця. Вони можуть викликати гострі та хронічні отруєння. Кількісний та якісний склад вихлопних газів двигуна залежить від низки чинників: типу двигуна, особливостей конструкції, його технічного стану, потужності, режиму роботи, якості застосованого пального.



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд газового хроматографа



Рисунок 1.7 – Мікрошприц



Рисунок 1.8 - Інжектор

Викиди відпрацьованих газів автомобілів регулюються двома вітчизняними стандартами:

1. ДСТУ 4276-04 «Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями».

2. ДСТУ 4277-04 «Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі».

На території міста Вінниці, знаходиться 5 автозаправних станцій WOG. За адресою: вул. Лебединського, 15а; вул. Лебединського, 4а; вул. Київська, 76; вул. Келецька, 47 а; вул. Василя Порика, 28.

ОККО – мережа автозаправних комплексів в Україні, заснована 1999 року. Власником мережі є ПАТ «Концерн Галнафтогаз». Це третя по величині мережа АЗС в Україні, що, станом на липень 2015 року, налічувала 391 АЗС. У місті Вінниця знаходиться 3 автозаправні станції ОККО. За адресою: вул. 600-річчя, 5; вул. Привокзальна, 17; вул. 30-ти річчя Перемоги. «Shell» – мережа автозаправних станцій нідерландської компанії «Шелл», що функціонують в різних країнах світу, включно з Україною. Заснована у 1992 року (в Україні).

Управління мережею автозаправних комплексів Shell на території України здійснює «Альянс Холдинг», якою володіють на 49% російське підприємство Альянс та на 51% британсько-голландське Shell.

Станом на 2011 рік, мережа налічувала 174 АЗС та входила в п'ятірку найбільших мереж України.

Нідерландська Shell International Petroleum Company Ltd. та російська ВАТ Група «Альянс» вперше оголосили про намір створити в Україні спільне підприємство, яке управлятиме мережею з більше як 150 АЗС у березні 2007 року, а у травні 2007 року було повідомлено про офіційне створення «Альянс Холдингу», що оперуватиме АЗК під брендом Shell в Україні. Частка Shell у новостворюваному СП «Альянс Холдинг» склала 51%, а частка «Групи Альянс» - 49%. Усі наявні, станом на 2007 рік, АЗК «Альянс» в Україні було модернізовано та представлено під брендом Shell. На території Вінниці, знаходиться автозаправка Shell по вулиці Пирогова, 172.

Мережа АЗС Приват – назва, якою журналісти називають мережу АЗК, які об'єднує те що вони всі контролюються дніпропетровською ФПГ «Приват». В мережу АЗС Приват входять автозаправки, що оперують на території України під брендами Авіас, Авіас плюс, УкрНафта, Укртатнафта, ANP, Мавекс, Мавекс плюс, Sentosa Oil, ЮКОН, ЮКОН сервіс, GLORIUS, Балу, Rubix, ЗНП, Інтерфорвард, Львів Петрол, КНПС, Альфанафтопродукт, Чернівцінафтопродукт [1-7].

Загалом на території міста Вінниці знаходяться автозаправні станції: WOG, ОККО, SHELL. Мережа АЗС Приват, АМІК. Автозаправні станції мають власні лабораторії, де проводять власні дослідження. Зокрема, лабораторія WOG проводить дослідження за наступними параметрами: густина, механічні домішки та вода, вміст води в зовнішньому пальному, зовнішній вигляд, індекс випаровуваності, випробування на мідній пластинці, концентрація фактичних смол, температура спалаху в закритому тиглі, температура помутніння (для арктичного дизельного пального), гранична температура фільтрування, тиск насичених парів, наявність кисневмісних сполук (масова частка кисню), фракційний склад. В лабораторії є такі унікальні прилади як: елементарний аналізатор Multi EA 5000 для визначення мікросірки арбітражним методом виміру, УІТ-85 і УІТ-65 для визначення октанового числа, ІДТ-90 для

визначення цитанового числа, двоколонкові хроматографи для визначення сполук ароматичних вуглеводнів, бензолу, а також кисню і кисневмісних сполук. На рисунках 1.9, 1.10 зображено до яких наслідків може призвести випаровування нафтопродуктів на нафтобазах та автозаправних станціях.

Установки з уловлювання легких фракцій вуглеводнів при зберіганні нафтопродуктів (рис.1.11) на основі низькотемпературних машин в даний час «Стірлінг-технології» не мають аналогів у світі, призначені для 100% уловлювання легких фракцій вуглеводнів (ЛФВ) при зберіганні нафти і нафтопродуктів на нафтобазах і автозаправних станціях (АЗС). В основу установок покладена технологія охолодження ЛФВ з використанням низькотемпературних холодильних машин Стірлінга. Установки мають високу економічну та екологічну ефективність, термін окупності складає менше 2 років [3,6]. Переваги використання даних установок:

- 100% зниження технологічних втрат нафтопродуктів від випаровування при їх транспортуванні і зберіганні;
- значне скорочення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище;
- підтримання високої якості світлих нафтопродуктів (бензину, гасу, дизельного палива тощо.) При їх тривалому зберіганні та ін.

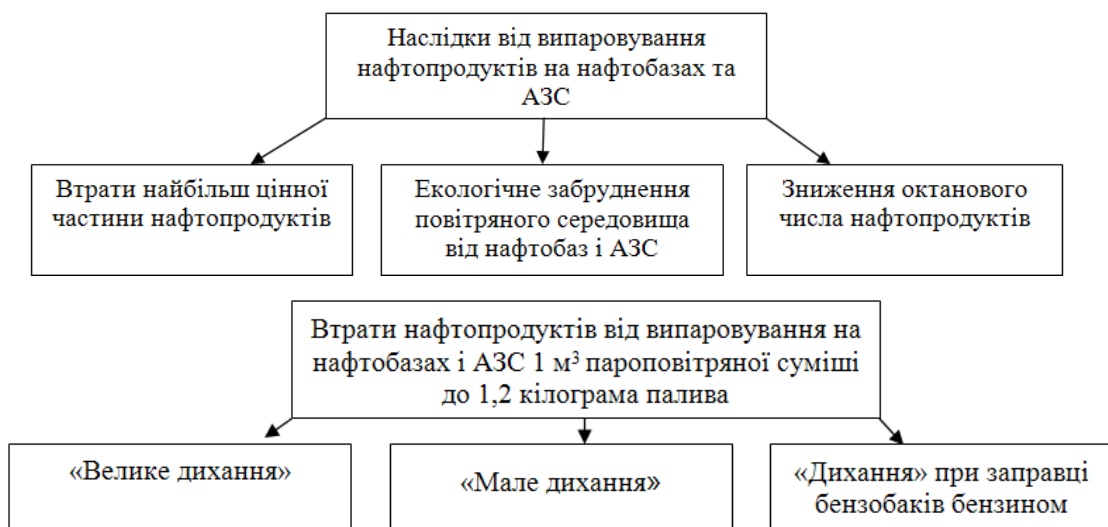


Рисунок 1.9 – Наслідки від випаровування нафтопродуктів



Рисунок 1.10 - Пожежа на нафтобазі компанії "БРСМ-Нафта" під Васильковом

Області застосування установок з уловлювання ЛФВ на основі низькотемпературних машин Стірлінга:

- автозаправні станції;
- танкери, ж / д цистерни;
- портові термінали;
- товарні нафтобази;

–сховища нафтопродуктів. Схема установки з уловлювання легких фракцій вуглеводнів наведена на рисунку 1.11.

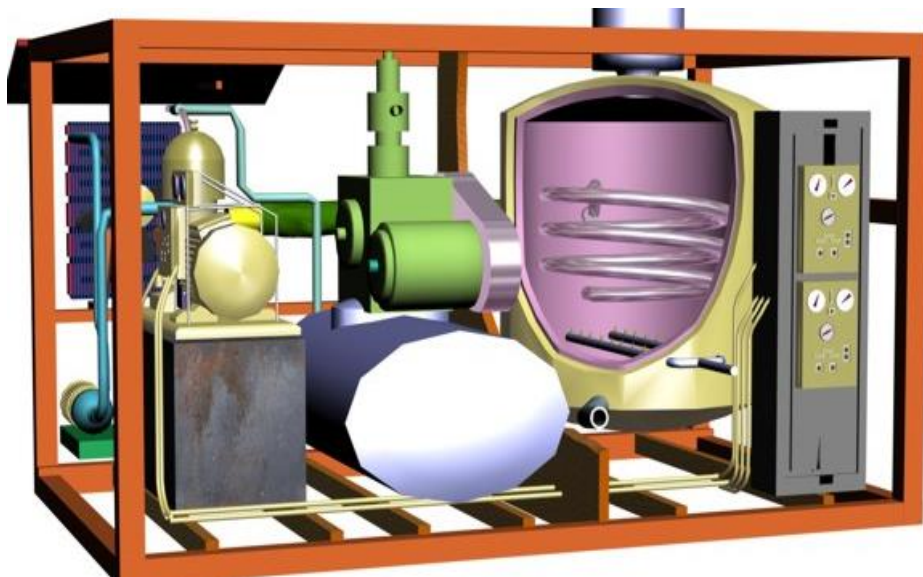


Рисунок 1.11 – Схема установки уловлювання легких фракцій

2 РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АВТОЗАПРАВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вихідні дані для розрахунку обсягів викидів і скидів нафтогазових підприємств наведено у Додатку Б, В.

2.1 Екологічний податок за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти

У результаті діяльності нафтогазових підприємств здійснюються скиди у водні об'єкти. Суми податку, який справляється за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (Π_c), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів скидів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою 2.1:

$$\Pi_c = \sum (M_{li} \times H_{pi} \times K_{oc}), \quad (2.1)$$

де $i = 1$, M_{li} – обсяг скиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

H_{pi} – ставки податку в поточному році за тону i -того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками; K_{oc} – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт дорівнює 1) [3-8]. У таблиці 2.1. та таблиці 2.2 наведений перелік забруднюючих речовин, їх фактичні та затверджені концентрації, а також скиди та ставки податку забруднюючих речовин.

Таблиця 2.1 – Забруднюючі речовини та їх концентрації

Назва забруднюючої речовини	Фактичні концентрації, мг/л	Затверджені концентрації, мг/л
Завислі речовини	18,8	19,7
Сульфат-іони	46,36	52,18
Хлориди	49,63	56,72
Азот амонійний	0,86	1,44
Нітрит-іон	0,09	0,17
Нітрат-іон	4,23	5,84
Фосфат-іон	0,57	0,74
Нафтопродукти	0,01	0,001
БСК ₅	5,98	7,34

Таблиця 2.2 – Перевищення норм, скиди забруднюючих речовин

Назва забруднюючої речовини	Перевищення норм	Скиди, т/рік	Ставки податку, грн/тону
Завислі речовини	-	1,92935	29,27
Сульфат-іони	-	5,11034	29,27
Хлориди	-	5,55498	29,27
Азот амонійний	-	0,14103	1020,6
Нітрит-іон	-	0,01665	1020,6
Нітрат-іон	-	0,57195	87,81
Фосфат-іон	-	0,07247	815,72
Нафтопродукти	-	0,0001	6003,94
БСК ₅	-	0,71886	408,5

$$\begin{aligned}
 P_c = & (1,92935 \times 29,27 \times 1) + (5,11034 \times 29,27 \times 1) + (5,55498 \times 29,27 \times 1) + \\
 & (0,14103 \times 1020,6 \times 1) + (0,01665 \times 1020,6 \times 1) + (0,57195 \times 87,81 \times 1) + (0,07247 \times 815,72 \times 1) \\
 & + (0,0001 \times 6003,94 \times 1) + (0,71886 \times 408,5 \times 1) = 932,90431 \text{ грн.}
 \end{aligned}$$

Відповідно, сума податку становить 932,9 грн.

2.2 Екологічний податок за розміщення відходів підприємств нафтогазової промисловості

Нафтогазові підприємства мають певну кількість відходів, за розміщення відходів необхідно сплачувати екологічний податок. Нафтогазові підприємства є платниками екологічного податку, тому своєчасно здійснюють плату.

Суми податку, який справляється за розміщення відходів (Прв), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою 2.2:

$$P_{pv} = \sum (H_{pi} \times M_{li} \times K_T \times K_o), \quad (2.2)$$

де $i = 1$, H_{pi} – ставки податку в поточному році за тонну i -того виду відходів у гривнях з копійками;

M_{li} – обсяг відходів i -того виду в тоннах (т);

K_T – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів і який наведено у пункті 246.5 статті 246 Кодексу;

K_o – коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів [8-12]. Види відходів наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Види відходів

Найменування відходів	Допустимий обсяг утворення відходу, тонн/рік	Обсяг накопичення	Ставка податку
Лампи люмінесцентні відпрацьовані	60 шт.	40 шт.	8,81
Масла та мастила моторні, трансмісійні інші зіпсовані або відпрацьовані	0,65	0,43	822,52
Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані	9,19	6,13	29,96
Шлам масло-, водовідокремлювачів	1,39	0,93	7,52

$$P_{pv} = (40 \times 8,81) + (0,43 \times 822,52) + (6,13 \times 29,96) + (0,93 \times 7,52) = 896,732$$

Отже, сума податку за розміщення відходів становить 896 грн.

2.3 Екологічний податок за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Розмір платежів за викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення визначаються за формулою 5.3:

$$\sum_{i=1}^n = \sum H_i \times M_i, \text{грн/рік} \quad (2.3)$$

де H_i — базовий норматив плати за викиди в атмосферу 1 тони i -тої забруднюючої речовини, грн/т;

M_i - маса річного викиду i -тої забруднюючої речовини, т.

Суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення (Пвс), обчислюються платниками податку самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів викидів, ставок податку за формулою 2.4:

$$P_{вс} = \sum (M_i \times N_{пi}), \quad (2.4)$$

де $i = 1$, M_i – фактичний обсяг викиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

$N_{пi}$ – ставки податку в поточному році за тонну i -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками. Дані для розрахунку суми податку для підприємства наведено у таблиці 2.4.

На автозаправній станції мають місце викиди парів нафтопродуктів при зливі нафтопродуктів із автоцистерн, при зберіганні в резервуарах за рахунок випаровування і при заправці автотранспорту.

В результаті здійснення цих технологічних операцій в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: бензин, вуглеводні насичені.

Злив нафтопродуктів із автоцистерн проводиться періодично. Злив однієї цистерни триває 15-30 хв.

Нафтопродукти зберігаються чотирьох підземних резервуарах, об'ємом по 25 м кожен. Усі резервуари обладнані дихальними клапанами.

Відпуск палива здійснюється за допомогою паливо роздавальної колонки, яка обладнана вісьмома заправними пристроями (пістолетами).

Джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу являються дихальні клапани резервуарів (організовані джерела) та заправні пристрої колонок (неорганізовані джерела) [5].

Таблиця 2.4 – Характеристика викидів забруднюючих речовин від основних виробництв

Виробництво	Продукція, що випускається			Х-ка сировини, матеріалу			Викиди з.р.			Питомий викид на одиницю продукції	
	Ім'я	Одиниця виміру	К-сть	Ім'я	Одиниця виміру	К-сть	код	Ім'я	Одиниця виміру		Факт. викид
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заправка автотранспорту	Бензин	т/рік	505	Бензин	т/рік	505	2704	Бензин	т/рік	0,601	0,0012
	ДП		195	ДП		195	2754	ДП		0,0046	

Розрахунок викидів парів нафтопродуктів при зливі із автоцистерн здійснюється за формулою 5.5.

$$P_{\text{ц}} = 0,2485 \times V_{\text{р}}^{\text{ц}} \times P_{\text{s(зв)}} \times M_{\text{п}} \times (K_{5\text{x}} + K_{5\text{т}}) \times 1 \quad (2.5)$$

Розрахунок викидів парів нафтопродуктів при зливі з автоцистерн наведено в додатку В.

$$\text{№1 } P_{\text{вип}} = 0,2485 \times 280 \times 609 \times 66 \times (0,217 + 0,342) \times 10^{-9}$$

$$\text{№2 } P_{\text{вип}} = 0,2485 \times 246,6 \times 609 \times 66 \times (0,217 + 0,342) \times 10^{-9}$$

$$\text{№3 } P_{\text{вип}} = 0,2485 \times 164,4 \times 609 \times 66 \times (0,217 + 0,342) \times 10^{-9}$$

$$\text{№4 } P_{\text{вип}} = 0,2485 \times 230,8 \times 609 \times 66 \times (0,217 + 0,342) \times 10^{-9}$$

Визначення обсягів викидів парів нафтопродуктів від резервуарів при зберіганні визначається за формулою 2.6.

$$P_{\text{вип}} = 2.52 \times V_{\text{р}}^{\text{р}} \times P_{\text{s(зв)}} \times M_{\text{п}} \times (K_{5\text{x}} + K_{5\text{т}}) \times K_6 \times K_7 (1 - n) \times 10^{-9} \quad (2.6)$$

K_6 – поправочний коефіцієнт, який залежить від тиску насичених парів і оборотності резервуарів;

K_7 – поправочний коефіцієнт, який характеризує технічну оснащеність і режим експлуатації;

n – коефіцієнт ефективності газоочисного обладнання, долі одиниці.

Для того, щоб розрахувати еквівалентну температуру початку кипіння, необхідно використати формулу 5.7.

$$t_{\text{екв}} = t_{\text{пк}} + \frac{t_{\text{к.к}} - t_{\text{пк}}}{8.8} \quad (2.7)$$

Для бензину: температура початку кипіння рідини $t_{\text{п.к}}=35^\circ\text{C}$; температура кінця кипіння рідини $t_{\text{к.к}}=195^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{екв}} = 35 + \frac{195 - 35}{8.8} = 53,2^\circ\text{C}$$

Для дизпалива: температура початку кипіння рідини $t_{\text{п.к}}=200^\circ\text{C}$; температура кінця кипіння рідини $t_{\text{к.к}}=360^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{екв}} = 200 + \frac{360 - 200}{8.8} = 218,2^\circ\text{C}$$

Отже, для бензину $t_{\text{екв}}=53,2^\circ\text{C}$. Для дизпалива $t_{\text{екв}}=218,2^\circ\text{C}$.

Для розрахунку температури газового простору і коефіцієнту K_{5x} за холодних місяців, необхідно використати формулу 5.7.

$$t_{rx} = K_{1x} + K_{2x} \times t_{ax} + K_{3x} \times t_{px}$$

Для бензину: середня температура атмосферного повітря $t_{ax} = -1.06^\circ\text{C}$; температура нафтопродукту $t_{px} = +1.5^\circ\text{C}$; $K_{1x}=1,62$; $K_{2x}=0,19$; $K_{3x}=0,74$;

$$t_{rx} = 1.62 + 0.19 \times (-1.06) + 0.74 \times 1.5 = 2.53$$

Для дизпалива: середня температура атмосферного повітря $t_{ax} = -1.06^{\circ}\text{C}$;
температура нафтопродукту $t_{px} = +1.66^{\circ}\text{C}$; $K_{1x}=1,62$; $K_{2x}=0,19$; $K_{3x}=0,74$;

$$t_{rx} = 1.62 + 0.19 \times (-1.06) + 0.74 \times 1.8 = 2.75$$

Для бензину $K_{5x}=0,217$; для дизпалива $K_{5x}=0,045$.

Для розрахунку температури газового простору і коефіцієнту K_{5T} за теплих місяців, необхідно використати формулу 6.8.

$$t_{rx} = K_{1T} + K_{2T} \times t_{aT} + K_{3T} \times t_{pT}$$

Для бензину: середня температура атмосферного повітря $t_{aT} = 14,4^{\circ}\text{C}$;
температура нафтопродукту $t_{pT} = 13^{\circ}\text{C}$; $K_{1T}=6,1$; $K_{2T}=0,17$; $K_{3T}=0,36$; $K_{4T}=1$;

$$t_{rT} = 6,1 + 0.17 \times 14,4 + 0,36 \times 13 = 13,23$$

Для дизпалива: середня температура атмосферного повітря $t_{aT} = 14,4^{\circ}\text{C}$;
температура нафтопродукту $t_{pT} = 13^{\circ}\text{C}$; $K_{1T}=6,1$; $K_{2T}=0,17$; $K_{3T}=0,36$; $K_{4T}=1$;

$$t_{rT} = 6,1 + 0.17 \times 14,4 + 0,36 \times 12,5 = 13,05$$

Для бензину $K_{5T}=0,348$; для дизпалива $K_{5T}=0,121$.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферне повітря під час роботи паливо-роздавальної колонки при відпуску нафтопродуктів споживачам, проводиться згідно за формулою 5.8.

$$M_{\text{сек}} = \frac{Q \times k \times q \times 10^3}{3600} \quad (2.8)$$

Q – продуктивність заправної колонки, $\text{м}^3/\text{год}$;

k – коефіцієнт, що залежить від концентрації парів палива; для бензину $k=0,000058$;

q – густина пального, кг/м^3 (для бензину $q=730 \text{ кг/м}^3$);

M – річна маса палива, т/рік.

Визначення обсягів викидів парів нафтопродуктів (т/рік) проводиться згідно Постанови КМ УРСР №40 від 26.03.86 р. «Норми природного убутку нафтопродуктів при прийомі, зберіганні, відпуску і транспортуванні» і визначається як сума викидів в осінньо-зимовий і весняно-літній період в цілому по АЗС. Результати розрахунків викидів приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок викидів парів нафтопродуктів від резервуарів АЗС (т/рік).

Розрахунок викидів	Значення по джерелах			
	1	2	3	4
Вантажообіг, т/рік	205	180	120	195
Норматив викиду нафтопродуктів в осінньо-зимовий період, кг /т	0,48	0,48	0,48	0,12
Норматив викиду нафтопродуктів в весняно - літній період, кг /т	0,56	0,56	0,56	0,12
Викид парів нафтопродуктів в осінь-зимовий період, кг	98,4	86,4	57,6	23,4
Викид парів нафтопродуктів в весняно-літній період, кг	114,8	100,8	67,2	23,4
Річний викид, т/рік від резервуарів	0,213	0,187	0,125	0,047 1

Річна маса пального, яке відпускається становить 205 т/рік.

Бензин: $M_{\text{сек}} = 2,7 \times 0,000058 \times 730 \times 10^3 / 3600 = 0,032 \text{ г/с}$;

$M_{\text{річ}} = 102,5 \times 0,000058 = 0,006 \text{ т/рік}$.

Вуглеводні насичені: $M_{\text{сек}} = 2,7 \times 0,000036 \times 845 \times 10^3 / 3600 = 0,023 \text{ г/с}$;

$M_{\text{річ}} = 97,2 \times 0,000036 = 0,035 \text{ т/рік}$.

Перелік забруднюючих речовин від викидів нафтогазових підприємств та ставки податку наведений в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Перелік забруднюючих речовин та ставки податку

Назва забруднюючої речовини	Обсяг викиду, т/рік	Ставка податку, т/рік
Вуглеводні насичені	0,006	87,81
Бензин	0,035	74,05

$$P_{\text{вс}} = (0,006 \times 87,81) + (0,035 \times 74,05) = 7,79 \text{ грн.}$$

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ І КІЛЬКІСНИХ ЗМІН НАФТОВИХ ПАЛИВ В УМОВАХ ЗБЕРІГАННЯ

3.1. Характеристики палив для автотранспортних засобів

За фізико-хімічними й експлуатаційними показниками автомобільний бензин марки А-76 (А80) повинен відповідати нормам і вимогам, зазначеним у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Фізико-хімічні й експлуатаційні показники автомобільного бензину марки А-76 (А-80)

Показник	Значення
Октанове число: моторний метод	76,0
дослідницький	80,0
Концентрація свинцю, г/дм ³	0,010
Концентрація марганцю, мг/дм ³	50
Концентрація фактичних смол, мг на 100см ³ бензину	5,0
Індукційний період бензину, хв, не менше	360
Масова частка сірки, %, не більше	0,05
Об'ємна частка бензину, %, не більше	5
Випробування на мідній платівці	Витримує класі
Зовнішній вигляд	Чистий, прозорий
Густина при 15°C, кг/м ³	700-750

Для лабораторних досліджень кінетики сорбції і десорбції сорбувальних матеріалів в статичних умовах палива підбирались за принципом поширеності їх використання транспортним сектором України, а також вмістом легких вуглеводнів в їх складі, що визначає схильність палив до випаровуваності. Паливо для досліджень на модельному устаткуванні (динамічні умови дослідження сорбційних якостей сорбувальних матеріалів) - автомобільний бензин марки А-76 - вибране у зв'язку з тим, що його використання транспортним сектором України є найпоширенішим.

3.2. Характеристика "дихальної" арматури резервуарів об'єктів паливозабезпечення

Стан ПЕК України характеризується тим, що нафтові палива, які застосовуються для забезпечення функціонування транспортних засобів зберігаються переважно в сталевих наземних резервуарах, які обладнано "дихальними" та запобіжними клапанами.

Механічний "дихальний" клапан призначений для регулювання тиску в газоповітряній зоні резервуару, а також для зниження втрат легких фракцій нафтопродукту, що насичують газоповітряний простір резервуару. На рис. 3.1 зображений "дихальний" клапан, який найчастіше застосовується у складі паливних резервуарів. Клапан розраховано на підвищення тиску в газоповітряному просторі резервуара не більше ніж 1,86 кПа і розрідження не більше, ніж 245 Па. На ці тиски розраховують покрівлю резервуару. Робота клапана описана в працях [3-8].

У наш час на паливних резервуарах встановлюють й інші типи "дихальних" клапанів, технічні характеристики яких подані в таблиці 2.2.

Таблиця 3.2 - Характеристики дихальних клапанів паливних резервуарів

Показник	НДКМ-150	НДКМ-200	НДКМ-250	НДКМ-350
Умовний діаметр патрубку, мм	150	200	250	350
Пропускна здатність при припустимому вакуумі в резервуарі 392 Па, м ³ /г	500	900	1500	2500
	те ж при 981 Па, м ³ /г	900	1500	2500
маса (без касет вогневого запобіжника), кг	30	35	60	80

На резервуарах можуть бути встановлені "дихальні" клапани інших конструкцій [4-11], які маркуються за умовним проходом. Наприклад, запобіжний (гідравлічний) клапан, який встановлюється на покрівлі резервуару, служить для запобігання аварій, якщо "дихальний" клапан не спрацює через примерзання тарілки, заїдання штоку і т. ін. У складі захисного клапана є корпус з фланцем, ковпак з внутрішньою кільцевою перегородкою (яка ділить

внутрішню частину корпусу на два кільцевих простори), протитивбухових сіток, регулюючих шпильок, отворів на кришці ковпака з пробкою для заливки солярового масла та отворів для масловказувального тупа. Регулюється захисний клапан на трохи більший тиск (на 5-10 %), ніж "дихальний" клапан.

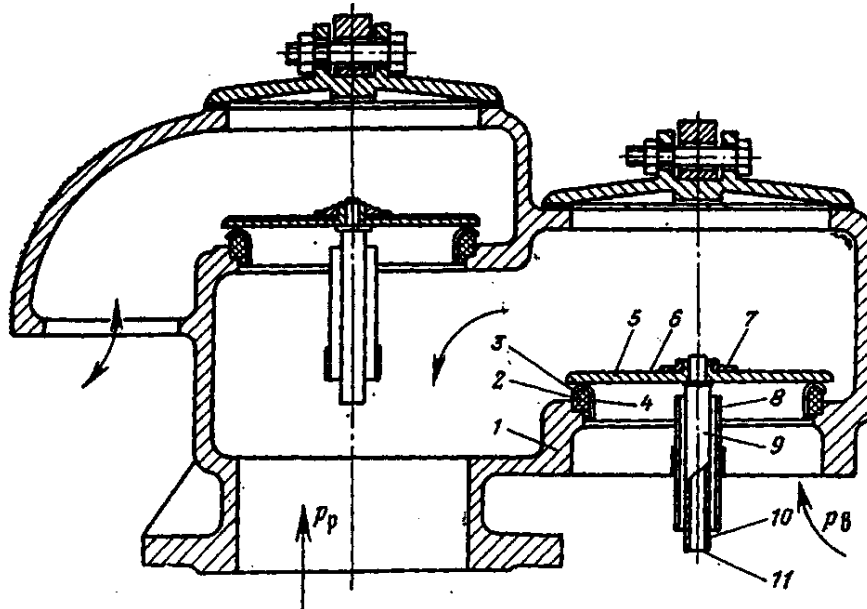


Рисунок 3.1 - Механічний непримерзаючий "дихальний" клапан:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 - корпус; | 6,10 - фторопластова прокладка; |
| 2 - кільце; | 7 - прижимна гайка; |
| 3 - сідло; | 8 - направляюча фторопластова труба; |
| 4 - фторопластове покриття; | 9 - шток; |
| 5 - тарілка; | 11 - стрижень. |

Розглянуті "дихальні" клапани мають низьку пропускну спроможність, і тарілки можуть примерзати до сідел в осінньо-зимовий період. Для виключення цього застосовуються клапани НДКМ, які розраховані на тиск 2000 Па і вакуум 400 Па. Конструкція клапана передбачає можливість широкого регулювання меж його спрацьовування за допомогою зміни ваги вантажів, що впливають на мембрани.

Проаналізовані системи дренажної арматури паливних резервуарів є одним із основних джерел природних втрат нафти і нафтопродуктів при резервуарному зберіганні. Вказана обставина обґрунтовується тим, що весь комплекс заходів організаційно-технічного характеру не може забезпечити

обмеження втрат легких фракцій вуглеводнів від випаровування через те, що "дихальна" арматура повинна, насамперед, забезпечити безпеку експлуатації паливних резервуарів за рахунок їх механічної міцності.

3.3. Характеристики і властивості сорбувальних матеріалів

Основним об'єктом досліджень для вирішення проблеми раціонального й ефективного використання нафтових палив для двигунів транспортних засобів при їх зберіганні в резервуарах з урахуванням вимог охорони навколишнього середовища стали різні види сорбувальних матеріалів.

Ефективність сорбційної спроможності адсорбенту визначається не тільки розміром його поверхні, але й значною мірою залежить від характеру пористості, який обумовлений розміром пор і їх об'ємним розподілом у складі сорбенту.

Базуючись на положеннях фундаментальних робіт із сорбції різноманітних матеріалів (рис. 3.2) очевидно, що при зниженні тиску (концентрації) речовини найбільш активним є адсорбент з вузькими порами із великою питомою поверхнею.

У залежності від механізму адсорбції в порах різного розміру (об'ємне заповнення вузьких пор, міжмолекулярна адсорбція, капілярна конденсація) розрізняють такі різновиди пор, як: макропори, мезопори, мікропори, супермікропори.

Супермікропори за характером пористості є проміжними між мікропорами та мезопорами.

Макропори мають радіуси більше 100,0 нм, питому поверхню - $0,5 \div 2 \text{ м}^2$ на 1 г твердого тіла. Макропори відіграють роль тільки транспортних пор, що полегшують дифузію молекул адсорбенту до внутрішньої поверхні твердого тіла. На поверхні перехідних (мезо) пор здійснюється міжмолекулярна і полімолекулярна адсорбція, яка закінчується капілярною конденсацією.

Ефективний радіус мезопор становить $1,8 \div 100,0$ нм, а питома поверхня - $10 \div 400$ м² на 1 г твердого тіла.

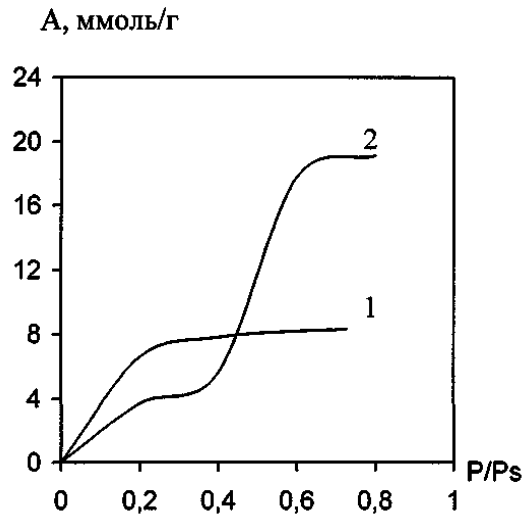


Рисунок 3.2 - Типові ізотерми адсорбції сорбентів:
1-3 вузькими порами; 2-3 широкими порами

Ефективний радіус мікропор становить $0,5 \div 1,8$ нм (вони сумісні із розмірами молекул, що адсорбуються), а їх об'єм не перевищує $0,5$ см³ на 1 г адсорбенту.

Усі види адсорбції обов'язково супроводжує капілярна конденсація, яка значною мірою залежить від характеру пористості сорбенту (розміру пор). Висота підняття рідини в капілярі буде тим більше, чим вужчий капіляр і чим краще змочування його стінок рідиною. У вузькому капілярі молекулам пари важче відірватися від поверхні. Це значить, що пружкість пари над увігнутим меніском буде нижче, ніж над плоскою поверхнею рідини. Тому на увігнутій поверхні рідини відбувається конденсація пари, ненасиченої стосовно плоскої поверхні тієї ж рідини.

Між значеннями пружкості пари над меніском рідини та радіусом капіляра існує зв'язок, виражений відомим рівнянням Кельвіна:

$$r = \frac{2 \cdot G \cdot V}{R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{P_s}{P}\right)} \cos \gamma \quad (3.1)$$

де R - газова постійна; G - поверхневий натяг рідини; V - молярний об'єм; r - радіус капіляра; P - тиск над меніском; P_s - тиск насиченої пари над плоскою поверхнею. Конденсація пари починається в найтонших порах, а з підвищенням тиску пари заповнюються ширші пори. Отже, при визначеному тиску пари заповнюються пори визначеного розміру. А при тиску насичених парів уся система пор заповнюється адсорбованою речовиною. Конденсація пари є завершальним етапом процесу адсорбції.

Питома поверхня і об'єм сорбенту визначається адсорбційною ємністю, яка сорбенту обчислюється за відомою формулою:

$$E = \frac{(C_0 - C) \cdot V}{P} \quad (3.2)$$

де C_0 - вихідна концентрація адсорбованої речовини (мг/мл); C - концентрація адсорбованої речовини після адсорбції (мг/мл); V - об'єм розчину (мл); P - наважка сорбенту (г).

Є три групи сорбувальних матеріалів, що можуть бути застосованими у складі системи запобігання втрат палив від випаровування при зберіганні. Це такі сорбенти, як:

1. Активоване вугілля.
2. Цеоліти.
3. Силікагелі.

Представники вказаних груп сорбувальних матеріалів стали об'єктами наступних досліджень.

3.3.1 Характеристика вуглецевих сорбувальних матеріалів

У наш час відомо понад 90 марок активованого вугілля, які виготовляються в різних країнах світу.

Сировиною для виробництва активного вугілля є дерево, кам'яне вугілля, шкаралупа кокосового горіха, кісточка абрикосів і т. ін. Пориста структура визначається структурою вихідного матеріалу, при активуванні якого одержують адсорбент із розвинутою питомою поверхнею, достатньо великим

питомим об'ємом мікропор і необхідною механічною міцністю. Розрізняють три основні групи активованого вугілля:

1. Знебарвлююче, що відзначається наявністю значних пор і використовується в харчовій промисловості та в медицині;

2. Рекупераційне - порошок із трохи меншим розміром пор, низькою затримуючою спроможністю та невеликою механічною міцністю. Застосовується для уловлювання й повернення у виробництво легких розчинників.

3. Газове - відзначається наявністю розгалужених мікропор. Використовується для поглинання газів і парів при невеликих концентраціях.

Варто виділити основні властивості активованого вугілля в аспекті вирішення проблеми запобігання втрат пального при зберіганні:

1. Визначена фізико-хімічна природа обумовлює можливість використання для ефективного поглинання вуглеводнів.

2. Значна утримуюча спроможність до вуглеводнів є перешкодою регенерації парів.

3. Горючість (тому що горючим є вихідна сировина для його виробництва). Для зниження горючості використовується технологічна добавка в кількості 5% силікагелі.

3.3.2 Характеристики цеолітів

Цеоліти - кристалічні пористі алюмосилікати лужних і лужноземельних металів [5-7], хімічний склад яких визначається формулою $K_2OAl_2O_3nSiO_2 \cdot mH_2O$. У залежності від співвідношення SiO_2/Al_2O_3 , а також характеру з'єднань між собою кубооктаедричних структурних одиниць і їх просторовим розподілом у каркасі розрізняють цеоліти типу А, X, Y, морденіт, шабазит, еріоніт і т. ін.

У наш час відомо близько 100 різновидів синтетичних цеолітів, проте застосовуються у промисловості тільки близько 10. При цьому використовуються тільки ті цеоліти, структура каркасу яких після повної

дегідратації залишається постійною, а структура і форма пор є стійкою [5-7]. Синтетичні цеоліти, що утворюються при кристалізації звичайних водяних гідрогелів або алюмосилікатів типу каоліта, одержують у вигляді кристалічного порошку, у якому розмір окремих частинок складає мікрони. При адсорбції на цеолітах відбувається об'ємне заповнення мікропор і уявлення про їхню питому поверхню втрачає зміст.

У цеолітах типу А, Х, У є два розміри порожнин - малі сферичні з діаметром 0,66 нм і великі (цеоліт А з діаметром 1,14 нм і цеоліт Х й У з діаметром 1,18 нм).

Цеоліти успішно застосовуються для осушки багатьох органічних рідин - спиртів, ефірів, амінів, альдегідів, масел, зріджених вуглеводів, циклічних і ароматичних вуглеводнів і т. ін. Перевагою цеолітів є можливість осушувати рідини з незначним вмістом вологи. У таблиці 3.3 наводяться рівноважні дані з адсорбції води з 6 рідин на цеолітах.

Таблиця 3.3 - Адсорбція вологи (у г на 100 г) з органічних рідин на цеолітах

Органічні речовини		Цеоліти	
Назва	Показник	NaA	CaA
Метанол	Вміст H ₂ O, %	0,54	0,55
	Вологоємність, %	2,50	1,50
Етанол	Вміст H ₂ O, %	0,25	0,25
	Вологоємність, %	7,00	6,8
2-етилгексанол	Вміст H ₂ O, %	0,21	0,29
	Вологоємність, %	16,00	13,70
н-Бутиламін	Вміст H ₂ O, %	1,65	1,31
	Вологоємність, %	16,40	18,20
2-етилгексиламін	Вміст H ₂ O, %	0,25	0,08
	Вологоємність, %	15,1	21,1
Етиловий ефір	Вміст H ₂ O, %	0,001	0,001
	Вологоємність, %	9,50	9,20

Регенерація цеолітів здійснюється в більш жорстких умовах, ніж регенерація інших адсорбентів, тому що проводиться при високих температурах (600-800°C).

Процес регенерації цеолітів може здійснюватися по-різному: а) шляхом нагрівання прошарку цеоліту ззовні або зсередини нагрівальними елементами; б) подачею в прошарок цеоліту підігрітого, переважно сухого інертного газу; в) застосуванням вакууму - із підігрівом і без підігріву прошарку, із подачею газу або перегрітого водяного пару і т.ін.

Таким чином, синтетичні цеоліти відзначаються високою вибірковою спроможністю, великою адсорбційною ємністю і стійкою спроможністю цілком витягати адсорбат із системи, що розділяється. Але суттєвим недоліком є висока температура та технологічний процес їх регенерації, що є значною перешкодою можливості їх застосування у складі удосконаленого "дихального" клапана для уловлювання і регенерації парів палив в умовах зберігання. В таблиці 3.4 подані основні характеристики цеолітів.

Таблиця 3.4 - Характеристика цеолітів

Показники	NaX	NaA	CaA
Насипна густина, г/см ³	0,71	0,66	0,69
Динамічна активність за парою води, мг/см	109,0	123,25	99,7
Міцність на роздавлювання, кгс/мм	0,75	0,75	0,68
Міцність на стирання, %	78,2	75,8	74,2
Втрати при прожарюванні, %	3,8	2Д	2,7
Активність, %:			
за тіофеном	Відсутні	9,2	Відсутні
за н-гептаном	Відсутні	Відсутні дані	7,6

3.3.3 Характеристика змішаних систем і газорозподільних мембран

Для очищення водяних поверхонь від нафтопродуктів застосовується пінографічний порошок "Сорбент". Результати дослідів та промислової експлуатації показують дуже високу сорбційну ємність пінографіту -1:50 (1 частина порошку сорбує навколо себе 50 часток нафти, що значно вище всіх Існуючих екологічно чистих сорбентів у світовій практиці). Сировиною для виготовлення пінографіту є кристалічний графіт, який хімічно обробляється з нагріванням до температури 1100°C. При цьому відстань між гексагональними прошарками атомів вуглецю підвищується у 200 разів. За рахунок цього

пінографіт набуває надзвичайно розвинутої пористої структури з густиною К5 г/л [3].

Газорозподільні мембрани можуть забезпечити вибірковий характер стосовно парогазової фази резервуара і відокремити вільну вологу від легких вуглеводнів. Проте сучасні газорозподільні мембрани (композитні структури у складі високопроникаючої підкладки та тонкого селективного прошарку стосовно розділяючих молекул), не забезпечують достатньої механічної міцності та необхідного терміну експлуатації.

3.3.4 Характеристика силікагелів

Силікагель (за хімічною природою - двоокис кремнію) визначається хімічною формулою $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Основним визначенням силікагелі є зневоднений гель кремнієвої кислоти. А сировиною для виготовлення є рідке скло й соляна або сірчана кислота. Силікагель має глобулярну структуру - його каркас складається з частинок кулькоподібної форми, проміжки якими є порами. Промисловістю використовуються силікагелі, основні характеристики яких подані в таблиці 3.5.

Варто виділити переваги силікагелів перед іншими сорбентами:

1. Порівняно низька температура регенерації (110-120°C);
2. Можливість синтезу в широкому інтервалі характеристик забезпечує виборну адсорбцію молекул парогазової фази паливного резервуару;
3. Низька собівартість промислового виробництва визначає економічну виправданість використання таких сорбентів для досягнення зазначеної мети з економії палив при зберіганні;
4. Висока механічна міцність силікагелів визначає довговічність їх роботи.

Технічні умови на силікагелі, що випускаються промисловістю України та СНД, представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 - Основні характеристики промислових силікагелів

Тип силікагелю	Марка	Сумарний об'єм пор, см ³ / г	Питома поверхня, м ² / г	Середній радіус пор, нм
Великої зернистості	КСК-1	0,42	300	9,0
	КСК-2	1,15	325	7,0
	КСК-2,5	1,0	400	5,5
Середньої зернистості	КСС-3	0,80	550	3,0
	КСС-4	0,70	600	2,3
Дрібнозернистий	КСМ-5	0,55	630	1,8
	КСМ-6п	0,35	500	1,2
	КСМ-6с	0,30	700	1,0

Таблиця 3.6 - Технічні умови на технічний силікагель

№ п/п	Показник	Гранульований мілкопористий	Фактич дані
1	Зовнішній вигляд	Склоподібне прозоре або матове зерно сферичної або неправильної форми	
2	Масова частка зерен, %, н/м при розмірі зерен, мм	94,0 2,8-7,0	95,0 2,9-7,0
3	Механічна міцність, %	98,0	98,5
4	Насипна густина, г/дм	760	760
5	Вологоємність, %, при відносній вологості, % 40 60 100	9,5 18,5 30,0	9,5 19,0 31,0

3.4 Методи дослідження якісно-кількісних втрат палив від випаровування

Для вирішення зазначених в дипломній роботі задач використовувались стандартні методи оцінки якості палив, спеціальні методи визначення сорбційно-десорбційних характеристик сорбувальних матеріалів в умовах ексикатору, термогравіметричні методи дослідження температурних інтервалів і кінетики десорбції речовин, а також хроматографічні методи. Також використовувались розроблені з участю автора дипломні методи дослідження на модельному обладнанні, яке дозволяє вивчати вплив різних експлуатаційних факторів на величину втрат палива при зберіганні. Крім того, дослідження проводились за допомогою математичного моделювання.

3.4.1 Температурний режим резервуарів

Одним з основних чинників, що впливають на втрати від випаровування нафти і нафтопродуктів при зберіганні, є температурний режим резервуару. Втрати зумовлені також добовими коливаннями температури поверхневого прошарку рідини й газового простору паливної місткості. Температурний режим резервуару визначається кліматичними умовами, особливостями резервуару й умовами його експлуатації.

Основними кліматичними чинниками є інтенсивність сонячного випромінювання, інтенсивність коливань температури навколишнього середовища, хмарність, швидкість і напрямок вітру, частота й кількість атмосферних опадів і т. ін. Конструкційними і експлуатаційними чинниками є тепловий опір даху, колір і стан фарби резервуара, відношення площі поверхні даху до поверхні стінок корпусу резервуара, що оточує газовий простір, а також об'єм та наповненість резервуару нафтопродуктом.

Внаслідок великого числа періодично діючих чинників і нестационарного характеру протікаючих процесів (теплопередачі, конвекції, випаровування і конденсації парів) визначення температурного режиму резервуару теоретичним шляхом є дуже важким завданням. Крім того, результати теоретичних розрахунків дуже сильно розходяться з експериментальними даними.

Результати дослідження температурного режиму контрольного резервуара подані в таблиці 3.7.

Подані результати отримані шляхом усереднення добових температур за кожний місяць спостереження. Середньодобові температури мають найбільше значення ще й тому, що звичайно на практиці втрати палив від малих "дихань" підраховують відразу за весь період зберігання.

Максимальні температури газопарового простору резервуару влітку вищі, а зимою рівні й навіть трохи нижчі максимальних температур зовнішнього повітря. Влітку в резервуарі відбувається нагромадження тепла за рахунок

перегріву його металевих стінок і даху променями сонця, що видно з таблиць 3.8 і 3.9.

Таблиця 3.7 - Середньомісячний температурний режим наземного вертикального резервуару РВС-10000 м³

Рік, місяць	Температура, °С				Атмосферний тиск, мм рт. ст.
	Атмосферна	Верхнього прошарку палива	Середнього прошарку палива	Нижнього прошарку палива	
2014					
січень	-6	0	-1	-1	765
лютий	0	+1	+1	+0,5	765
березень	+4	+4	+4	+5	750
квітень	+8	+6	+7	+8	740
травень	+17	+14	+13	+13	755
червень	+21	+20	+19	+19	760
липень	+22	+22	+21	+20	765
серпень	+20	+20	+19	+18	765
вересень	+16	+17	+16	+16	745
жовтень	+9	+8	+8	+7	745
листопад	+4	+3	+3	+2	750
грудень	-2	+1	+1	+0,5	750
2015					
січень	-4	-0,5	0	+0,5	745
лютий	-2	+1	+1,5	+2	745
березень	+5	+4	+4	+5	750
квітень	+14	+12	+11	+11	760

У загальному виді для всіх неізольованих сталевих резервуарів і кліматичних зон залежність середньомісячної температури газопарового простору резервуару ($t^{cp}_{гп}$) від середньої температури зовнішнього повітря ($t^{cp}_{п}$) описується формулою:

$$\lg(100 + t^{cp}_{гп}) = 2,0065 + 0,005t^{cp}_{п} \quad (3.3)$$

Середня абсолютна похибка підрахунку за цією формулою складає $\pm 3\%$.

Таблиця 3.8 - Вплив температури зовнішнього повітря на перегрів газопарового простору вертикальних резервуарів

Максимальні температури (T_{\max}), °C		
Зовнішнього повітря	Газопарового простору	Різниця температур
-10	-9	1
0	+ 1	1
10	12	2
20	25	5
25	35	10
30	45	15

Таблиця 3.9 - Залежність величини перегріву палива від об'єму резервуару

$V, \text{м}^3$	T_{\max} , °C		
	Зовнішнього повітря	Газопарового простору	Різниця температур
370	25	37,5	12,5
830	25	35,0	10,0
1400	25	32,5	7,5

Мінімальні температури газопарового простору $t_{\text{гп}}^{\min}$ залежать від мінімальних температур зовнішнього повітря $t_{\text{п}}^{\min}$, амплітуди коливання температури газопарового простору $\Delta t_{\text{гп}}$ й конструктивних особливостей резервуара, що у загальному вигляді може бути описано такою залежністю:

$$t_{\text{гп}}^{\min} = t_{\text{п}}^{\min} + A\Delta t_{\text{гп}} \quad (3.4)$$

Згідно з експериментальними даними в середньому для горизонтальних резервуарів коефіцієнт $A = 0,25$, а для вертикальних $A = 0,30$, а основним чинником впливу на $\Delta t_{\text{гп}}/\Delta t_{\text{п}}$, є середня температура зовнішнього повітря.

Таким чином, залежність переносу температури газопарового простору в резервуарах може бути описано формулою:

$$\Delta t_{\text{гп}} = 0,00125K\Delta t_{\text{п}}(t_{\text{п}}^{\text{сп}} + 50)^{1,7}, \quad (3.5)$$

де K - коефіцієнт інтенсивності сонячного випромінювання (період року, хмарність, кліматична зона і т. ін.).

3.4.2 Температура поверхневого прошарку палива

Втрати бензинів при зберіганні при малих "диханнях" резервуарів залежать не тільки від коливань температури газопарового простору, а і від температури поверхневого шару палива та амплітуди її коливань. Це є наслідком того, що з підвищенням температури поверхневого прошарку палива збільшується концентрація пари у суміші і утворюється додатковий об'єм пари палива, яка виходить з резервуару. Отже, для оцінки втрат пального від випаровування в умовах зберігання необхідно знати діапазон коливань температури поверхневого прошарку палива, яка є складною функцією температур даху, газопарового простору резервуару та нижніх прошарків палива і залежить від метеорологічних і експлуатаційних чинників. Результати досліджень вказують на значні коливання температури верхнього прошарку палива ($>10^{\circ}\div 20^{\circ}\text{C}$). Однією з головних причин цих коливань є коливання температури газопарового простору, що можуть досягати $20^{\circ}\div 30^{\circ}\text{C}$ при зміні температури середніх прошарків палива $1\div 6^{\circ}\text{C}$.

3.5 Порівняльна характеристика сорбентів для поглинання та видалення летких вуглеводнів автомобільного та авіаційного бензинів і палива для реактивних двигунів

Одним із напрямів технічного вирішення завдання щодо запобігання втрат палив від випаровування при зберіганні є застосування сорбувальних речовин і матеріалів у складі "дихальної" арматури паливних резервуарів. Для добору таких речовин були проведені лабораторні дослідження із адсорбції й десорбції летких вуглеводнів у складі нафтових палив, які сьогодні застосовуються транспортним сектором України.

Дослідження кінетики сорбції палив проводили при тиску насичених парів і кімнатній температурі на термічно оброблених (210°C для силікагелів і вуглецевих сорбентів і 400°C для цеолітів) сорбентах у закритих ексикаторах протягом 164 годин (автомобільний бензин марки А-76 і авіаційний бензин) та

378 годин (паливо для реактивних двигунів і бензини для вуглецевих сорбентів КАУ, СУА та аерогеля).

Для дослідження кінетики сорбції автомобільного бензину марки А-76, авіаційного бензину та палива для реактивних двигунів були підібрані 3 групи сорбентів: цеоліти, силікагелі та вуглецеві сорбенти. До першої групи входили клиноптилоліт і синтетичні цеоліти NaA, CaA, NaX. Із сімейства силікагелів були вибрані мілкопористий КСМГ, середньопористі КСС-4, КСС-3 і широкопористий КСК. Досліджувані вуглецеві сорбенти знаходилися в складі марок промислових імпортного та вітчизняних зразків, а також спеціально розроблених сортів кулькового вугілля та аерогель. Характеристики досліджуваних сорбентів подані в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Характеристики досліджуваних сорбентів

Тип	Марка	Сумарний об'єм пор, см ³ /г	Питома поверхня, м ² /г	Середній радіус пор, нм
Силікагелі	КСМГ	0,37	570	1,3
	КСС-4	0,76	650	2,34
	КСС-3	0,925	522	3,51
	КСК	0,76...0,93	20...270	6,1...7,5
Вуглецеві сорбенти	СКТ	0,83	620	Відсутні дані
	АГ-3	0,83	282	1,2
	АР-В	0,52	Відсутні дані	Відсутні дані
	ВРЛ	0,95	700	Відсутні дані
	аерогель	0,34	170	Відсутні дані
	Ф/Ф	0,88	957	3,0...7,0
Цеоліти	Клиноптилоліт	Відсутні дані	25	0,38
	NaA	Відсутні дані	3	0,4
	CaA	0,18	800	0,5
	NaX	0,24	1100	0,74

Кінетику сорбції обраних сорбентів досліджували в умовах ексікатора. Це дає можливість з високим ступенем точності визначати сорбційну здатність сорбуючого матеріалу стосовно парів нафтових палив.

3.5.1 Дослідження кінетики сорбції пари палив сорбентами

Для запобігання можливих неточностей через різну випаровуваність палив і відповідно різну поглинаючу здатність сорбувальних матеріалів

дослідження проводили окремо для кожного виду палива. Результати досліджень подані в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 - Кінетика адсорбції досліджуваних палив різними сорбентами в умовах ексикатора (мг/1 г сорбента) протягом часу (години)

Сорбент	Паливо														
	Автомобільний бензин					Авіаційний бензин					Авіаційний гас				
	17 /16	41 /47	65 /120	89 /168	164 /378	17 /16	41 /47	65 /120	89 /168	164 /378	16	47	120	168	378
Кліноптилоліт	11,0	17,5	19,0	19,4	22,0	4,9	16,4	19,4	25,2	34,7	3,5	6,3	12,8	15,5	23,6
NaA	19,2	23,9	24,9	31,9	34,5	14,5	28,1	31,9	39,0	48,1	7,7	10,6	18,9	22,3	30,1
CaA	84,3	93,4	94,3	99,1	102	29,8	89,4	94,6	91,0	105	7,9	10,9	19,6	23,5	34,5
NaX	143	154	162	172	188	139	170	188	190	197	9,7	20,1	42,7	57,6	95,0
KСМГ	142	179	188	194	205	65,8	210	222	229	234	3,9	17,3	36,4	50,6	67,9
KCC-4	124	193	216	229	286	34,9	320	411	435	503	3,6	11,9	29,6	34,2	43,3
KCC-3	109	175	196	208	256	41,2	277	355	388	480	3,8	12,4	24,5	32,2	42,9
KCK	35,4	52,6	57,8	65,1	72,1	15,8	76,3	93,6	96,8	118	3,0	9,1	13,5	16,0	20,4
C-TNB	350	372	381	390	400	/390	/494	/565	/587	/625	2,3	13,5	36,2	59,3	94,6
СКТ	236	250	257	261	271	175	268	286	297	309	2,8	6,8	22,9	33,3	57,0
АГ-3	209	225	235	242	249	190	272	294	300	316	6,9	11,3	31,4	45,4	70,1
Ф/Ф	31,9	41,5	44,9	51,1	54,7	29,0	50,4	51,9	63,6	72,6	3,4	4,2	9,8	11,1	12,5
АР-В	180	201	210	212	222	163	228	241	249	253	1,9	9,7	13,3	36,0	64,3
ВРЛ	251	268	272	280	288	176	309	325	330	346	1,6	5,9	23,2	33,1	57,4
Антрацитний	66,4	74,5	79,1	81,3	83,5	67,2	87,5	90,0	91,0	93,5	-	-	-	-	-
КАУ	/269	/288	/303	/312	/321	/304	/322	/332	/338	/341	2,2	10,8	29,8	41,1	64,0
СУА	/529	/569	/601	/612	/640	/552	/608	/675	/699	/746	2,1	10,8	31,0	41,9	74,1
Аерогель	/66,4	/74,5	/79,1	/81,3	/83,5	/67,2	/87,5	/90,0	/91,0	/93,5	23,6	36,8	37,0	40,6	41,0

З групи силікагелів найбільшу сорбційну здатність виявляють середньопористі силікагелі марок KCC-4 і KCC-3, значення граничної сорбційної ємності яких досягають 25-30%. Силікагель KСМГ сорбує пари бензину швидше, але граничне значення сорбції для нього нижче. KCK також виявляє значно меншу активність. З групи вуглецевих сорбентів за їх сорбційною ємністю можна виділити три підгрупи. Перша у складі двох сортів кулькових вугіль СУА і C-TNB, показують дуже високу швидкість сорбції з показниками граничного значення сорбції - 40-60% по масі. Друга у складі промислових і спеціальних вугіль: ВРЛ, СКТ, АР-В, АГ-3, КАУ, які виявляють досить високу швидкість і граничну величину сорбції (22-32%). Перевагою таких сорбентів є їх доступність і дешевизна (за винятком КАУ). Третя групи у складі трьох вугільних сорбентів ФФ, антрацитного і аерогель (не активований), які виявляють відносно низьку швидкість і граничну величину

сорбції (10% по масі). Для сорбції парів авіаційного бензину описана тенденція зберігається зі збільшенням граничних показників сорбції на 3-10%, яка відносно силікагелів КСС-4 і КСС-3 досягає 50% по масі.

3.5.2 Дослідження видалення адсорбованих фракцій досліджуваних палив.

Дослідження видалення адсорбованих фракцій усіх перерахованих вище палив під впливом нагрівання проводили в інертній атмосфері (гелій та аргон) термографічним методом на дериватографі OD-102 фірми MOM (Угорщина) при швидкості зростання температури $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за хвилину і з дискретністю для деривативної термогравіметрії $DTG = 1/5$ і диференціаль-ного термічного аналізу $DTA = 1/10$. Прилад дає можливість проводити одночасно гравіметричний, диференціальний гравіметричний і диференціаль-ний термічний аналіз досліджуваних зразків в інтервалі температур до 1000°C , що дає можливість одержати інформацію про температурні інтервали й швидкості десорбції речовин, загальні втрати ваги, термічні ефекти, фазові переходи, розділення структур і т. ін.

Результати термогравіметричного дослідження досліджуваних адсорбентів в умовах ексикатора подані в таблиці 3.12 і рисунку 3.3.

Подані в таблиці і рисунках результати вказують, що найбільшою утримуючою здатністю до парів автомобільного бензину марки А-76, авіаційного бензину та палива для реактивних двигунів відзначаються цеоліт NaX і вуглецевий сорбент марки СКТ. Для видалення 88,9% парів автомобільного бензину марки А-76 необхідна температура 367°C (для цеоліту NaX) і 520°C (для вуглецевого сорбенту марки СКТ). А при температурі вище 520°C спостерігається другий пік десорбції парів вуглеводнів з показниками 96,5%.

Отримані результати досліджень із визначення температурного діапазону видалення парів вуглеводневих палив вказують на неможливість забезпечення необхідних умов пожеже- та вибухобезпеки при застосуванні цеолітів і

вуглецевих сорбентів у складі дренажного устаткування резервуарів для зберігання нафтопродуктів. Не забезпечується також і виконання основного завдання щодо запобігання втрат палив від випаровування, оскільки вказані температурні режими приводять до випалювання поглинутих парів, що не запобігає втратам.

Таблиця 3.12 - Результати термогравіметричного дослідження пористих речовин різної природи після адсорбції палив при кімнатній температурі (T_k)

Сорбент	Температурний інтервал (T , °C) / видалення палива (g, % мас.)								
	Автомобільний бензин			Авіаційний бензин			Авіаційний гас		
	T/g			T/g			T/g		
	поч.	макс.	кінц.	поч.	макс.	кінц.	поч.	макс.	кінц.
КСС-3	18	95	212	13	95	210	40	132	300
	100	8,5	0	100	18,3	0	100	4,8	0
КСС-4	18	90	205	18	105	211	45	146	310
	100	8,7	0	100	19,6	0	100	4,9	0
NaX	18	230	367	22	230	344	47	282	>550
	100	11,1	0	100	10,6	0	100	7,7	0
СКТ	25	150	520	25	220	520	28	88	>150
	100	15,3	0	100	17,9	0	100	0,9	0

Температурний діапазон максимальної швидкості десорбції середньопористих силикагелів марок КСС-3 і КСС-4 (90-105°C) визначає необхідні умови регенерації сорбентів (91,5%) та пожежну безпеку застосування у складі дренажного устаткування паливних резервуарів. Вказана обставина визначає надійність використання цих сорбувальних матеріалів для розробки нової технології дренажного устаткування резервуарів з метою запобігання втратам палив від випаровування.

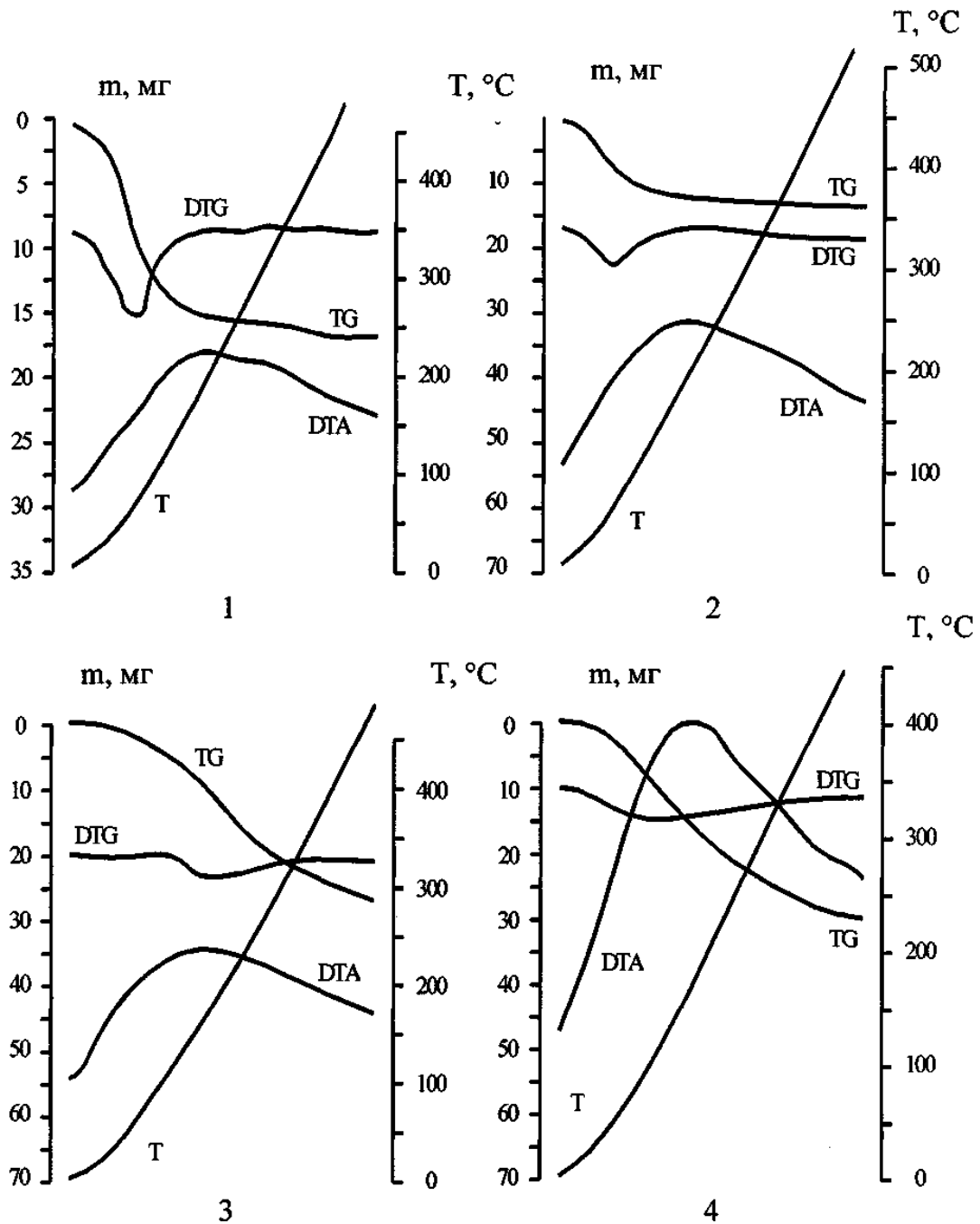


Рисунок 3.3 - Термогравіметрія сорбентів після адсорбції автомобільного бензину:

- 1 - силікагель середньопористий марки КСС-3 ($m = 182$ мг);
- 2 - силікагель середньопористий марки КСС-4 ($m = 146,5$ мг);
- 3 - цеоліт марки NaX ($m = 203,0$ мг,);
- 4 - активоване вугілля марки СКТ ($m = 228,3$ мг).

Дослідження десорбції адсорбованих фракцій та регенерації сорбентів проводили також застосуванням вакуумування при кімнатній температурі

ексикатора із заповненими паливом сорбентами форвакуумним масляним насосом протягом 1-8 год. до сталого тиску згідно з показаннями термопарного вакуумметра 119,97 Па (0,9 мм рт. ст.) і 46,66 Па (0,35 мм рт. ст.). Результати досліджень подані в таблицях 3.13-3.15.

Таблиця 3.13 - Десорбція парів автомобільного бензину марки А-76

шляхом вакуумування

Сорбент	Кількість парів після адсорбції		Після зберігання в ексикаторі 3 доби		Вакуумування 1 год. до 119,97 Па		Вакуумування 8 год. до 46,66 Па	
	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах
NaX	188	100	171	91	170	90	169	90
КСМГ	205	100	175	86	132	64	97	47
КСС-4	286	100	195	33	35	12	9	3
КСС-3	256	100	220	86	112	44	102	40
СКТ	271	100	261	96	252	93	230	85
АГ-3	249	100	216	87	201	81	191	77
СУА	640	100	628	98	489	76	444	69

Таблиця 3.14 - Десорбція парів авіаційного бензину шляхом вакуумування

Сорбент	Кількість парів після адсорбції		Після зберігання в ексикаторі 3 доби		Вакуумування 1 год. до 119,97 Па		Вакуумування 8 год. до 46,66 Па	
	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах
NaX	197	100	170	86	165	84	165	84
КСМГ	234	100	208	89	113	48	78	33
КСС-4	502	100	152	30	51	10	12	2,4
КСС-3	480	100	461	96	250	52	233	49
СКТ	309	100	293	95	284	91	231	75
АГ-3	316	100	259	82	217	69	206	65
СУА	746	100	683	91	510	68	440	59

Таблиця 3.15 - Десорбція парів палива для реактивних двигунів шляхом вакуумування

Сорбент	Кількість парів після адсорбції		Після зберігання в ексікаторі 3 доби		Вакуумування 1 год. до 119,97 Па		Вакуумування 8 год. до 46,66 Па	
	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах	мг	% до мах
NaX	95	100	83	87	142	150	150	158
КСМГ	68	100	75	11	97	143	72	106
КСС-4	43	100	48	111	51	118	52	120
КСС-3	43	100	46	107	48	112	49	114
СКТ	57	100	69	121	93	165	89	156
АГ-3	70	100	72	103	192	274	182	260

3.6 Математична модель сорбції, десорбції і конденсації парів вуглеводневого палива

Завдання моделювання є комплексний опис процесів, що відбуваються в дренажному устаткуванні при великих і малих "диханнях" паливного резервуару, таких як сорбція, десорбція, конденсація.

Розглянемо процес випаровування вуглеводнів у замкнутому резервуарі, який обладнано "дихальним" клапаном у складі сорбційного модуля. В результаті випаровування вуглеводневого палива в резервуарі з об'ємом V , що не зайнятий рідиною, створюється насичена газоповітряна суміш. При підвищенні температури T резервуара і, відповідно, збільшенні тиску газу p , клапан "тиск" "дихального" клапана спрацьовує й потік газу із швидкістю v проходить через прошарок сорбенту товщиною L . При цьому частина вуглеводневих молекул насиченої суміші адсорбується в прошарку сорбенту. Після вирівнювання тиску клапан закривається і прошарок сорбенту прогрівають до температури T_n . При цьому відбувається процес десорбції вуглеводнів, які потім потрапляють у камеру конденсації з температурою T_k , де конденсуються й стікають в резервуар. Період циклу t_c адсорбції (десорбції) складає 90 хвилин. Після N циклів у сорбенті накопичуються не десорбовані вуглеводні масою Δm , тобто має місце гістерезис.

Над поверхнею рідини відбуваються одночасно процеси випаровування й конденсації парів. Молекула пару має кінетичну енергію вищу від кінетичної енергії молекули рідини. Визначемо через A роботу, яку потрібно витратити проти молекулярних сил для переходу молекули з рідини в пару. Тоді концентрація молекул над рідиною може бути визначена за формулою Больцмана:

$$n_0 = n_L \exp\left(-\frac{A}{kT}\right) \quad (3.6)$$

де n_L - густина рідини, k - стала Больцмана.

Врахуємо, що у формулі Больцмана (3.6) робота A не залежить від температури. У цьому випадку робота дорівнює збільшенню енергії молекули:

$$A = \frac{u_v - u_L}{N_A} \mu = \frac{\mu q}{N_A} \quad (3.7)$$

де u_v - внутрішня енергія пари, u_L - внутрішня енергія рідини, N_A - число Авогадро, μ - молярна маса вуглеводню, q - питома теплота випаровування.

Підставляючи (3.6) у (3.7), одержуємо рівняння для концентрації молекул насиченої пари:

$$n_0 = n_L \exp\left(-\frac{\mu q}{N_A kT}\right) = n_L \exp\left(-\frac{\mu q}{RT}\right) \quad (3.8)$$

де R - універсальна газова стала.

Тоді, перемножуючи рівняння (3.7) зліва й справа на масу однієї молекули m_0 та з урахуванням того, що густина дорівнює $\rho = m_0 n_0$, одержуємо формулу для густини насиченої пари у резервуарі:

$$\rho_0 = \rho_L \exp\left(-\frac{\mu q}{RT}\right) \quad (3.9)$$

Процес адсорбції вуглеводневих парів прошарком сорбенту. Сорбент, який знаходиться у складі дихального клапану, являє собою кульки діаметром 5 мм. Кульки розміщені в циліндрі із непроникними боковими стінками висотою L і діаметром d . Через торці циліндра із швидкістю v прокачується газоповітряна суміш у складі молекул вуглеводнів. Величина швидкості

прокачування газоповітряної суміші через сорбент визначається різницею тисків в середині резервуару R_B та зовні резервуару P_A . Відповідно до закону Бернуллі:

$$p_A + \frac{\rho_{\Sigma} v^2}{2} = p_R \quad (3.10)$$

швидкість прокачування газоповітряної суміші буде складати:

$$v = \sqrt{\frac{2(p_R - p_A)}{\rho_{\Sigma}}} \quad (3.11)$$

де $\rho_{\Sigma} = \frac{(m_B + m_v)}{V} = \rho_B + \rho_0$ - густина газоповітряної суміші, m_B - маса повітря в резервуарі, m_v - маса вуглеводневої пари.

Тиск газоповітряної суміші в резервуарі P_R знайдемо за законом Дальтона як суму парціальних тисків повітря та парів:

$$p_R = p_B + p_v \quad (3.12)$$

де $p_B = \frac{m_B}{V\mu_B} RT$ - тиск повітря в резервуарі, $p_v = n_0 kT = n_L kT \exp\left(-\frac{\mu q}{RT}\right)$ - тиск насиченої пари.

Тоді, підставляючи (3.12) в (3.11), одержимо швидкість прокачування газоповітряної суміші через сорбент:

$$v = \left\{ \frac{2 \left[\frac{\rho_B}{\mu_B} RT + n_L kT \exp\left(-\frac{\mu q}{RT}\right) - p_A \right]}{\rho_B - \rho_L \exp\left(-\frac{\mu q}{RT}\right)} \right\}^{1/2} \quad (3.13)$$

Направимо координатну вісь Z уздовж осі циліндра із сорбентом. Визначимо через $a(z,t)$ кількість парів, яка адсорбується одиницею об'єму сорбенту, а через $n(z,t)$ - концентрацію парів, що знаходиться в порах сорбенту в прошарку z .

Запишемо рівняння балансу речовини в прошарку сорбенту Δz від z_1 до z_2 протягом проміжку часу Δt від t_1 до t_2 , вважаючи, що швидкість прокачування газу v достатньо велика, щоб зневажити дифузійними процесами:

$$[vn]_{z_1} - vn|_{z_2} \Delta t = [(a+n)|_{t_2} - (a+n)|_{t_1}] \Delta z \quad (3.14)$$

де S - площа поперечного перетину прошарку сорбенту. Поділивши ліву та праву частини рівняння балансу речовини на $\Delta z \Delta t$ і при переході до межі $\Delta z \rightarrow 0$, $\Delta t \rightarrow 0$, одержимо:

$$-v \frac{\partial n}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial t} (a + n) \quad (3.15)$$

Ліва частина рівняння (3.15) подає кількість парів, яка накопичується в результаті переносу на одиниці довжини прошарку сорбенту за одиницю часу, а права - кількість адсорбованих парів, що знаходиться в порах сорбенту.

До рівняння балансу (3.15) додамо рівняння кінетики сорбції:

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \beta(n - y) \quad (3.16)$$

Ізотерму сорбції $a = f(y)$, яка є характеристикою сорбенту, вибираємо у формі Ленгмюра:

$$f(y) = \frac{n_0 y}{m_0 + \alpha y} \quad (3.17)$$

де γ - коефіцієнт Генрі, $\alpha = \text{const}$. При малих концентраціях парів, вважаючи що $\alpha = 0$, із (3.25) одержуємо ізотерму сорбції Генрі. З (3.17) знаходимо вираз для γ :

$$y = \frac{m_0 a}{n_0 - \alpha a} \quad (3.18)$$

Тоді з (3.17) та (3.18) одержуємо систему нелінійних диференціальних рівнянь у часткових похідних, що описують процес адсорбції вуглеводневих парів прошарком сорбенту:

$$\frac{\partial a}{\partial t} + \frac{\partial n}{\partial t} = -v \frac{\partial n}{\partial z}, \quad \frac{\partial a}{\partial t} = \beta n - \beta m_0 \frac{a}{n_0 - \alpha a} \quad (3.19)$$

Граничні й початкові умови для завдання, що описується рівняннями (3.19), запишемо у формі:

$$a(z, 0) = 0, \quad n(z, 0) = 0, \quad n(0, t) = n_0 \quad (3.20)$$

які відповідають відсутності адсорбованої пари й накопичених парів у порах сорбенту в початковий момент часу $t = 0$ і наявності концентрації пару n_0

на вхідному торці циліндру із сорбентом $z = 0$ у довільний момент часу t .
Знайдемо $n(z,t)$ з рівняння (3.19) - 2

$$n = \frac{1}{\beta} \frac{\partial a}{\partial t} + m_0 \frac{a}{n_0 - \alpha a} \quad (3.21)$$

і підставимо цей вираз в (3.19) - 1, вважаючи $n_0 = \text{const}$. Одержимо:

$$\begin{aligned} \frac{\partial a}{\partial t} + \frac{1}{\beta} \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} + \frac{m_0}{(n_0 - \alpha a)^2} \left[\frac{\partial a}{\partial t} (n_0 - \alpha a) + \alpha a \frac{\partial a}{\partial t} \right] = \\ - \frac{v}{\beta} \frac{\partial^2 a}{\partial z \partial t} - \frac{m_0}{(n_0 - \alpha a)^2} \left[\frac{\partial a}{\partial z} (n_0 - \alpha a) + \alpha a \frac{\partial a}{\partial z} \right] \end{aligned} \quad (3.22)$$

Після перетворень одержуємо нелінійне диференціальне рівняння в часткових похідних другого порядку для кількості адсорбованих парів в одиничному прошарку сорбенту за одиницю часу:

$$\frac{\partial^2 a}{\partial t^2} + \beta \left[1 + \frac{m_0^2}{(n_0 - \alpha a)^2} \right] \frac{\partial a}{\partial t} = -v \frac{\partial^2 a}{\partial z \partial t} - \frac{\beta m_0^2 v}{(n_0 - \alpha a)^2} \frac{\partial a}{\partial z} \quad (3.23)$$

При невеликих концентраціях парів на малих інтервалах часу можна припустити $\alpha = 0$ і рівняння (3.23) лінеаризується:

$$\frac{\partial^2 a}{\partial t^2} + \beta [1 + \gamma] \frac{\partial a}{\partial t} = -v \frac{\partial^2 a}{\partial z \partial t} - v \beta \gamma \frac{\partial a}{\partial z} \quad (3.24)$$

Зробимо в рівнянні (3.23) при $\alpha \neq 0$ підстановку:

$$a(z,t) = \frac{1}{\alpha} [n_0 - b(z,t)] \quad (3.25)$$

Тоді (3.23) представимо у вигляді:

$$b^2 \frac{\partial^2 b}{\partial t^2} + \beta [m_0^2 + b^2] \frac{\partial b}{\partial t} = -v b^2 \frac{\partial^2 b}{\partial z \partial t} - v \beta m_0^2 \frac{\partial b}{\partial t} \quad (3.26)$$

Рішення рівняння (3.23) будемо шукати в системі координат:

$$z = \xi, \quad \tau = t - z/v \quad (3.27)$$

де v - швидкість потоку газу. Тоді:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial}{\partial t} &\rightarrow \frac{\partial \zeta}{\partial t} \frac{\partial}{\partial \zeta} + \frac{\partial \tau}{\partial t} \frac{\partial}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial \tau}, \\
\frac{\partial^2}{\partial t^2} &\rightarrow \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \zeta}{\partial t} \frac{\partial}{\partial \zeta} + \frac{\partial \tau}{\partial t} \frac{\partial}{\partial \tau} \right) = \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} \frac{\partial}{\partial \zeta} + \left(\frac{\partial \zeta}{\partial t} \right)^2 \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} + \frac{\partial^2 \tau}{\partial t^2} \frac{\partial}{\partial \tau} + \left(\frac{\partial \tau}{\partial t} \right)^2 \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} = \frac{\partial^2}{\partial \tau^2}, \\
\frac{\partial}{\partial z} &\rightarrow \frac{\partial \zeta}{\partial z} \frac{\partial}{\partial \zeta} + \frac{\partial \tau}{\partial z} \frac{\partial}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial \tau} - \frac{1}{v} \frac{\partial}{\partial \tau}, \\
\frac{\partial^2}{\partial z \partial t} &\rightarrow \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial}{\partial \tau} \right) = \left(\frac{\partial}{\partial \zeta} - \frac{1}{v} \frac{\partial}{\partial \tau} \right) \frac{\partial}{\partial \tau} = \frac{\partial^2}{\partial \zeta \partial \tau} - \frac{1}{v} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2}
\end{aligned} \tag{3.28}$$

А рівняння (3.26) подаємо у формі:

$$b^2 \frac{\partial^2 b}{\partial \tau^2} + \beta \gamma m_0^2 \frac{\partial b}{\partial \tau} + \beta b^2 \frac{\partial b}{\partial \tau} = -v b^2 \frac{\partial^2 b}{\partial \zeta \partial \tau} + b^2 \frac{\partial^2 b}{\partial \tau^2} - v \beta \gamma m_0^2 \frac{\partial b}{\partial \zeta} + \beta \gamma m_0^2 \frac{\partial b}{\partial \tau} \tag{3.29}$$

і після скорочення подібних членів одержуємо:

$$\beta b^2 \frac{\partial b}{\partial \tau} = -v b^2 \frac{\partial^2 b}{\partial \zeta \partial \tau} - v \beta \gamma m_0^2 \frac{\partial b}{\partial \zeta} \tag{3.30}$$

Рішення рівняння (3.30) будемо шукати методом поділу перемінних Фур'є:

$$b = X(\zeta)Y(\tau), \tag{3.31}$$

тоді одержуємо:

$$\beta X^3 Y^2 \frac{\partial Y}{\partial \tau} = -v X^2 Y^2 \frac{\partial X}{\partial \zeta} \frac{\partial Y}{\partial \tau} - \delta Y \frac{\partial X}{\partial \zeta} \tag{3.32}$$

або:

$$\begin{aligned}
\left(\beta X^3 + v X^2 \frac{\partial X}{\partial \zeta} \right) \frac{\partial Y}{\partial \zeta} &= -\delta \frac{1}{Y} \frac{\partial X}{\partial \zeta}, \\
Y \frac{\partial Y}{\partial \tau} &= -\delta \frac{\partial X}{\partial \zeta} \left(\beta X^3 + v X^2 \frac{\partial X}{\partial \zeta} \right)^{-1} = \mu^2,
\end{aligned} \tag{3.33}$$

де $\delta = \beta \gamma \eta^2 \sigma v$, μ - постійна поділу.

З (3.33) одержуємо два незалежних рівняння:

$$\begin{aligned}
Y \frac{\partial Y}{\partial \tau} - \mu^2 &= 0, \\
\frac{\partial X}{\partial \zeta} + \frac{\mu^2 \beta X^3}{\mu^2 v X^2 + v \beta \gamma m_0^2} &= 0.
\end{aligned} \tag{3.34}$$

Інтегруючи (3.34)- 1 знаходимо:

$$Y^2 = 2\mu^2 \tau + C_1, \tag{3.35}$$

тобто:

$$Y = \pm \sqrt{2\mu^2\tau + C_1} \quad (3.36)$$

а з (3.34)-2:

$$X = \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{\mu^2}\exp\left(2\frac{\beta}{v}(\zeta + C_2)\right)\right] - \frac{\beta}{v}(\zeta + C_2)\right\}, \quad (3.37)$$

де W - функція Ламберта, C_1, C_2 - невизначені постійні.

Тоді загальне рішення рівняння (3.30) представимо у формі:

$$b(\zeta, \tau) = \pm \sqrt{2\mu^2\tau + C_1} \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{\mu^2}\exp\left(2\frac{\beta}{v}(\zeta + C_2)\right)\right] - \frac{\beta}{v}(\zeta + C_2)\right\} \quad (3.38)$$

Підставляючи (3.38) у (3.25) і після переходу до старих перемінних z та t , знаходимо кількість адсорбованих парів на одиницю довжини сорбенту за одиницю часу:

$$a(z, t) = \frac{1}{\alpha} \left(n_0 - \sqrt{2\mu^2(t - z/v) + C_1} \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{\mu^2}\exp\left(2\frac{\beta}{v}(z + C_2)\right)\right] - \frac{\beta}{v}(z + C_2)\right\} \right). \quad (3.39)$$

З початкових умов (3.21) визначаємо сталі: при $t = 0$ $a(z, t) = 0$, а $C_2 = 0$ в силу вільного вибору сталих з урахуванням властивостей функції Ламберта. Тобто при будь-якому z :

$$n_0 - \sqrt{C_1 - 2\mu^2 z/v} \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{\mu^2}\exp\left(2\frac{\beta}{v}z\right)\right] - \frac{\beta}{v}z\right\} = 0, \quad (3.40)$$

у тому числі і при $z = 0$, $z = L$:

$$\begin{aligned} n_0 - \sqrt{C_1} \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{\mu^2}\right]\right\} &= 0, \\ n_0 - \sqrt{C_1 - 2\mu^2 L/v} \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{\mu^2}\exp\left(2\frac{\beta}{v}L\right)\right] - \frac{\beta}{v}L\right\} &= 0. \end{aligned} \quad (3.41)$$

Рішення системи трансцендентних рівнянь (3.41) дають значення постійних $\mu^2, C_1 \rightarrow a_1, a_2$. Тоді (3.39) представимо у вигляді:

$$a(z, t) = \frac{1}{\alpha} \left(n_0 - \sqrt{2a_1(t - z/v) + a_2} \exp\left\{\frac{1}{2}W\left[\frac{\beta m_0^2}{a_1}\exp\left(2\frac{\beta}{v}z\right)\right] - \frac{\beta}{v}z\right\} \right). \quad (3.42)$$

Таким чином, масу вуглеводневих парів, що накопичені в циліндричному прошарку сорбенту діаметром d і довжиною L за одиницю часу знаходимо по об'єму прошарку сорбенту:

$$m_a = m_0 \int_{V_s} a(z, t) dV = \frac{\pi(d^2 - d_{\text{en}}^2)m_0}{4} \int_0^L a(z, t) dz. \quad (3.43)$$

де m_0 - маса молекули пари вуглеводневого палива, a - концентрація насиченої пари надпаливного простору резервуарної місткості об'ємом V .

4 ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

4.1 Напрями зниження втрат нафтових палив від випаровування

Основними напрямками зниження втрат нафтових палив від випаровування в умовах зберігання є:

1. Зменшення об'єму газового простору резервуарів шляхом застосування текучих речовин (емульсій, мікро-кульок) або жорстких (напівжорстких) конструкцій (плаваючі дахи й понтони).

2. Зберігання палив під надлишковим тиском при застосуванні резервуарів з підвищеним тиском (вище 1,96 кПа).

3. Зменшення амплітуди коливань температури поверхні палива й газового простору резервуару створенням відбивно-теплової ізоляції.

4. Уловлювання й регенерація парів нафтопродуктів, що випаровуються з резервуару, застосуванням газопорівняльних систем, абсорбційно-адсорбційних й ежекційних установок.

5. Проведення організаційних заходів, що полягають у систематичній перевірці технічного стану резервуарів і їх дренажного устаткування, а також інших методах.

Зазначені методи запобігання втрат палив від випаровування при зберіганні при використанні обов'язково потребують застосування "дихальної" арматури, яка забезпечує механічну міцність резервуарів. З другого боку, "дихальна" арматура є основним джерелом втрат палив від випаровування при зберіганні, що визначається викидами летких вуглеводнів під час великих і малих "дихань" резервуарів.

Таким чином, на підставі вищеописаних досліджень та практичного досвіду для вирішення проблеми запобігання втрат палив при зберіганні в резервуарах сформувався напрям науково-інженерної думки, спрямований на розробку принципово нової "дихальної" арматури резервуарів, яка б виконувала захисні функції та запобігала втратам палив від випаровування.

4.2 Газовідвідна система зменшення втрат нафтових палив

Газовідвідна система зменшення втрат летких вуглеводнів необхідна на автозаправних комплексах для раціонального використання нафтових палив і зниження техногенного впливу на навколишнє середовище

Суттєвим недоліком газовідвідних систем паливних резервуарів є їх слабка ефективність щодо запобігання втрат палив від випаровування. Результатом цього є вихід в атмосферне повітря газу, насиченого леткими вуглеводнями. Вказана обставина призводить до втрат вуглеводнів, забрудненню навколишнього середовища й зниженню якості нафтопродуктів.

Розробка технологічної системи передбачає застосування сорбентів і ТЕМ у складі "дихального" клапану резервуара. Застосування сорбувальних матеріалів забезпечує уловлювання легких вуглеводнів і виключає їх вихід в навколишнє середовище. А застосування термоелектричної батареї забезпечує виконання двох задач:

1. Конденсації газоподібних вуглеводнів для повернення їх в резервуар;
2. Десорбції поглинутих летких вуглеводнів (регенерація сорбента).

Основою розробленої системи є те, що підймальний канал розміщений у корпусі ТЕОК, а зв'язок між підйомним й опускним каналами здійснюється через сорбент, який розміщено в спеціальному контейнері, для поглинання парів вуглеводневої рідини. За рахунок такого конструктивного рішення запобігаються кількісні втрати вуглеводневих рідин, їх якісні зміни, а також значно знижується забруднення навколишнього середовища. У газовідвідній системі резервуара система зв'язку з атмосферою здійснюється за допомогою клапанів "тиск" і "вакуум", які конструктивно розміщують вище модуля ТЕОК і контейнера із сорбентом. При цьому запобігається попадання в газовий простір резервуару вологи та пилу разом з атмосферним повітрям, а також вихід цінних вуглеводневих компонентів із резервуару.

Термоелектричний охолоджувач-конденсатор служить для створення інтенсивної природної циркуляції газопарової суміші в газовому просторі та

опускному каналі, а також для створення необхідних температурних умов регенерації сорбенту та конденсації летких вуглеводнів.

На рис. 4.1 схематично зображена розроблена модель "дихального" клапану резервуара для зберігання вуглеводневих палив. Даний проект отримав умовну назву "дихального клапана нового покоління" (ДКНП). Він складається з трьох самостійних модулів: клапанного (I), сорбційного (II) і термоелектричного (III).

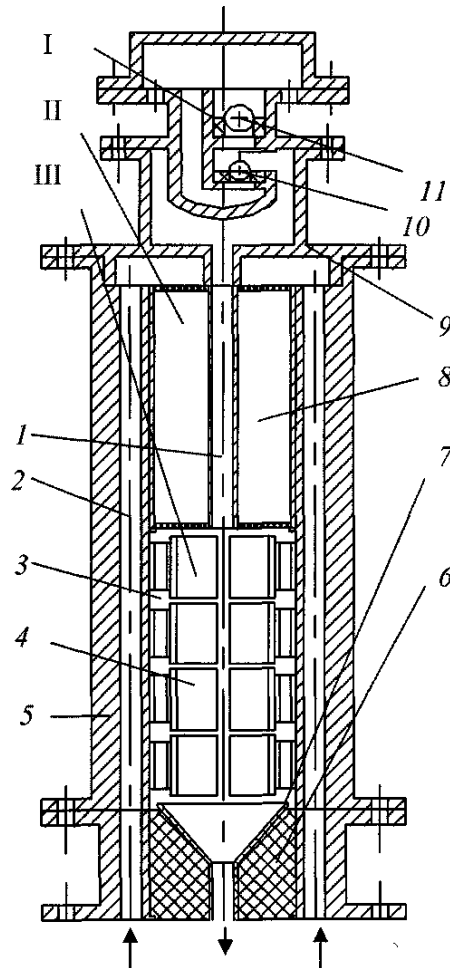


Рисунок 4.1 - Модель системи зменшення природних втрат палив при зберіганні з використанням сорбентів і ТЕМ:

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1 - опускний канал; | 7 - перехідна пастка; |
| 2 - підймальний канал; | 8 - модуль сорбента; |
| 3 - модуль ТЕОК; | 9- верхня кришка дихального клапану; |
| 4 - холодний радіатор; | 10 - клапан "тиск"; |
| 5 - гарячий радіатор; | 11 - клапан "вакуум". |
| 6 - теплова ізоляція; | |

Клапанний модуль розраховано на надлишковий тиск 1,96 кПа і тиск вакууму 250 Па. Сорбційний модуль передбачає застосування у своєму складі середньопористих силікагелів марок КСС-3, КСС-4, або широкопористого КСК в залежності від вуглеводневого складу палива, що зберігається в резервуарі.

Контейнер для сорбенту являє собою циліндр, що виготовлено з металу, який добре проводить тепло (наприклад, алюмінію) із внутрішньою порожниною, діаметр якої дорівнює діаметру трубки опускного каналу. Торцеві поверхні циліндричного контейнеру конструктивно передбачають сітку з вічками розміром 3x3 мм. Контейнер із сорбентом поверх герметично закривають кришкою, що одночасно є перехідним кріпленням для клапанного модулю.

Підіймальний канал виконаний у вигляді чотирьох отворів у корпусі газовідвідної системи, які конструктивно розміщені в зоні гарячих радіаторів модуля термоелектричної батареї. У верхній частині підіймальний канал гідравлічно сполучений з опускним каналом через контейнер із сорбентом.

Перехідна пастка виготовлена з діелектричного матеріалу (наприклад, органічного скла) й призначена для уловлювання сконденсованих вуглеводнів і повернення їх в паливний резервуар.

Розроблена газовідвідна система забезпечує запобігання втрат палив від випаровування в умовах зберігання при великих і малих "диханнях" паливної ємності. Для забезпечення механічної міцності резервуара "дихальний" клапан має у своєму складі клапанний модуль кулькового типу, який розраховано на надлишковий тиск 1,96 кПа та тиск вакууму 250 Па. За рахунок виділення тепла на гарячих радіаторах забезпечується нагрівання газопарової суміші в підйомному каналі. Одночасно, в результаті теплообміну охолоджується газопарова суміш у міжреберному просторі холодних радіаторів. Внаслідок того, що охолоджена газопарова суміш важча від нагрітої, створюється різниця температур в опускному та підйомному каналах, яка приводить до природної циркуляції газопарової суміші резервуара. Завдяки створеній циркуляції газопарова суміш із підйомного каналу надходить в опускний канал через

контейнер із сорбентом і конденсується на холодних радіаторах ТЕБ. Для запобігання різкого нагрівання газопарової суміші після виходу з холодних радіаторів перехідна пастка з трубкою теплоізолюється від корпусу гарячого радіатора тепловою ізоляцією на основі фторопласту марки ФС-4. Для поглинання вуглеводнів ефективно використовувати сорбенти групи силікагелів марок КСС-3, КСС-4, КСК або інші сорбенти в залежності від вуглеводневого складу газопарової суміші. Визначені силікагелі виготовляються у формі гранул, діаметром 5 мм. Для забезпечення нормальної циркуляції газопарової суміші по каналах і запобігання виникнення гідравлічного опору (антитиску) сорбентом, конструкція контейнеру передбачає застосування сіток з вічками розміром 3х3 мм. Таким чином, частина вуглеводнів під час проходження газопарової суміші з підйомного каналу в опускний канал через контейнер із сорбентом поглинається. Ефективність поглинання летких вуглеводнів визначається температурою навколишнього середовища та сорбційною здатністю сорбента. Етап сорбції продовжується протягом великого чи малого "дихання" резервуара при відкритому клапані "тиск" (ТЕБ вимкнута). При закриванні клапану "тиск" (відповідно вмиканні ТЕБ) створюються необхідні умови для регенерації сорбента (вилучення летких вуглеводнів) та конденсації парів палива. Завдяки тому, що контейнер із сорбентом знаходиться в корпусі гарячого радіатора, створюються умови для його регенерації за рахунок нагрівання до температури $60\div 70^{\circ}\text{C}$. Вилучені вуглеводні захоплюються в зону холодного радіатора, де охолоджуються до температури мінус $20\div$ мінус 10°C , конденсуються, уловлюються перехідною пасткою й по зливальній трубці повертаються в основний резервуар. Волога, що знаходиться в газовій суміші, частково поглинається сорбентом, а частково заморожується на холодних радіаторах. При відключенні термоелектричної батареї (при застосуванні реле часу через 30 хв.) температура холодних спаїв ТЕБ поволі зростає. Це приводить до розморожування вологи, яка у вигляді конденсату захоплюється в пастку і через зливальну трубку стікає в резервуар. За попередніми оцінками

концентрація вологи в складі вуглеводневої рідини не перевищить допустимого її вмісту у відповідних умовах температури й тиску. Очікуваний об'єм газопарової суміші, яка проходить через газовідвідну систему, для резервуарної місткості об'ємом $30 \div 50 \text{ м}^3$ складає $6 \div 10 \text{ м}^3$ за годину.

Розроблена газовідвідна система дозволить запобігати вихід цінних вуглеводневих компонентів із резервуару, що забезпечує задані кількісні і якісні показники палив протягом усього періоду зберігання та значно знижує техногенне навантаження на довкілля.

Окремо зупинимося на безпеці експлуатації модулів відносно параметрів тепловідводу, які характеризуються відповідними температурними межами. Усі види вуглеводневих палив, як відомо, належать до категорії горючих речовин підвищеної пожежо- та вибухонебезпеки (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Межі вибухонебезпечних концентрацій парів палива в суміші з повітрям.

Нафтопродукти	Межі вибухонебезпечних концентрацій			
	За температурою, °C		За об'єми. %	
	Нижній	Верхній	Нижній	Верхній
Авіаційний бензин	-38	-4	0,92	5,48
Автомобільний бензин	-36	-7	0,79	5,16
Технічний гас	27	69	1,4	7,5
Паливо Т-2	-10	34	1,1	6,8
Паливо РТ,ТС-1	25	65	1,5	8
Паливо Т-1	50	105	1,5	8

Як видно із представленої таблиці, температурні межі створення вибухонебезпечних концентрацій світлих нафтопродуктів (втрати від випаровування яких найбільш значні) лежать за межею температури тепловідводу термоелектричного холодильника типу термоелектричного інтенсифікатора або термостабілізатора. Крім того, відмінна риса ТЕМ у точності коректування температури, як тепловідводу, так і холодної сторони

(0,2-0,5°C) дає можливість встановлювати необхідний температурний перепад для забезпечення необхідного рівня безпеки.

Результати експериментальних досліджень з визначення сорбційної ємності силікагелів КСС-4 і КСК подані на рисунку 4.2. Визначено, що сорбційна ємність середньопористого силікагелю КСС-4 при 21 циклі (протягом семи днів) великого "дихання" модельного резервуара досягає 450,24 мг/г. Для широкопористого силікагелю КСК відповідна величина складає 276,19 мг/г.

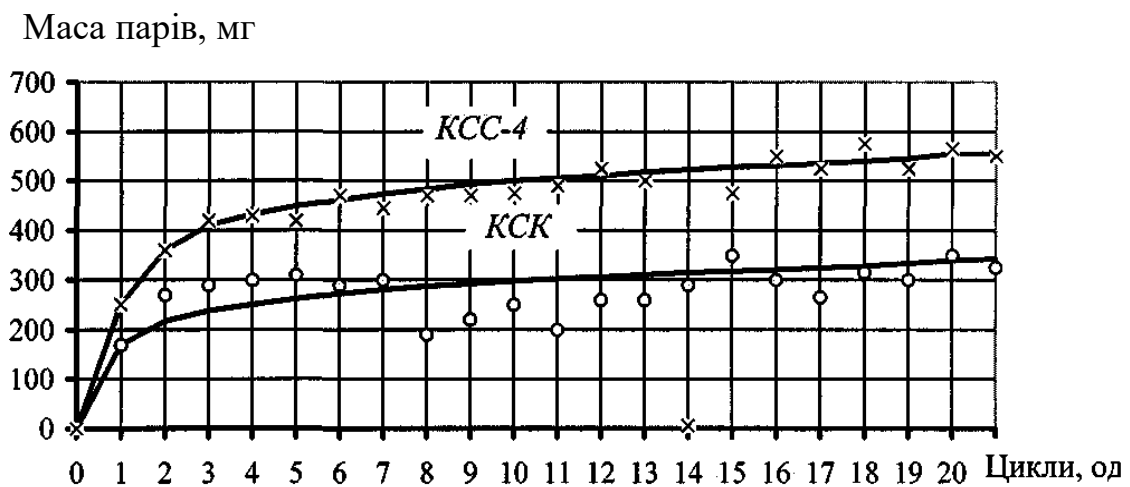


Рисунок 4.2 - Визначення сорбційної ємності середньопористого (КСС-4) та крупнопористого (КСК) силікагелів відносно парів автомобільного бензину в умовах моделювання великого "дихання" резервуара.

Отримані результати вказують на те, що навіть при великій оборотності резервуара (90 раз за місяць - за даними експерименту) сорбційна ємність сорбентів характеризується запасом, що визначає надійність застосування вибраних сорбувальних матеріалів для зниження втрат палив від випаровування при зберіганні.

Після цього проводять повну регенерацію сорбувальних матеріалів при температурі 210°C протягом 2 годин для відновлення їхньої сорбційної здатності. Після охолодження до температури навколишнього середовища $T_{н.с.}$ протягом 1 години сорбенти є знову готовими до використання у складі

дихального клапана. Температурний перепад гарячих спаїв термоелектричної батареї ΔT зберігається приблизно однаковим, що говорить про надійність застосування технології термоелектричного охолодження.

Результати досліджень "життєвого" циклу сорбувального матеріалу у складі розробленого "дихального" клапана при моделюванні зливо-наливних операцій подані в таблиці 4.2 і на рисунку 4.3.

Таблиця 4.2 - Сорбційно-десорбційні характеристики силікагелю КСС-4 при моделюванні зливо-наливних операцій при зберіганні бензину марки А-76

№ циклу	Сорбція			Десорбція				Конденсація	
	Δm_c , мг	Δt , хв.	C_e , мг/г	Δm_d , мг	Δt , хв.	ΔT , °C	E_d , %	$m_{п}$, мг	$m_{к}$, мг
1	245,75	19	170	195,4	60	35	79,1	195,4	192,4
2	210,0	15	160	200,0	60	35	84,1	206,6	200,6
3	230,0	15	100	210,0	60	34	94,1	231,0	211,0
4	230,0	26	100	210,0	60	34	92,7	227,9	217,9
5	190,0	28	100	160,0	60	33	78,8	193,6	191,6
6	230,0	20	180	220,0	60	31	93,7	230,25	230,05
7	210,0	22	100	200,0	60	32	82,7	203,32	202,0
8	220,0	24	180	210,0	60	30	85	209,0	203,0

Маса парів, мг

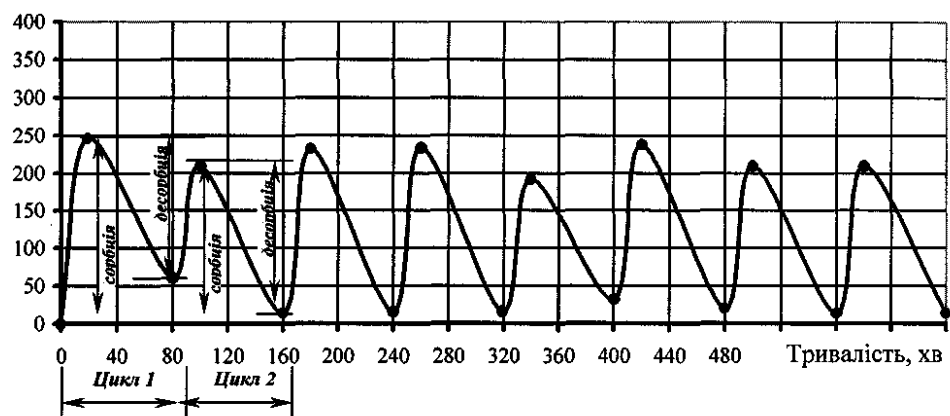


Рисунок 4.3 - Графік роботи системи запобігання втратам автомобільного бензину від випаровування при використанні середньопористого силікагелю марки КСС-4.

Додатково для перевірки ефективності розробленої технології із запобігання втратам палив від випаровування були проведені порівняльні дослідження складу газопарової фази в надпаливному просторі резервуару і на виході з клапанного модуля "дихального клапана нового покоління". Дослідження провадилися непрямим методом за допомогою газового хроматографу типу ЛХМ-8МД. Результати подані таблицею 4.3.

Таблиця 4.3 - Склад парової фази до та після "ДКНП" під час великого "дихання" модельного резервуару

Компонент	Концентрація, % об'єми.	
	на вході в "ДКНП"	на виході з клапану
Етан (C_2H_6)	сліди	сліди
Пропан (C_3H_8)	0,13	Відсутня
Бутан (C_4H_{10})	0,2	0,075
Пентан (C_5H_{12})	1,57	0,98

Результати дослідження вказують на досить значну спроможність розробленого устаткування щодо запобігання втратам летких вуглеводнів при зберіганні нафтових палив.

Доцільність застосування розробленої системи для запобігання природним втратам палив зберіганні підтверджує значна відповідність результатів, отриманих шляхом математичного моделювання, лабораторними та модельними дослідженнями (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 - Порівняльний аналіз результатів досліджень основних характеристик кріосорбційної газовідвідної системи зниження природних втрат нафтових палив при зберіганні

Показник	Математичне моделювання	Лабораторні дослідження	Модельні дослідження	Абсолютна різниця	
				лд	мд
Сорбційна здатність, мг/г	200	250	160	-0,001	+0,0013
Ефективність десорбції, %	94	91,5	93	-2,5	-1

4.3 Пірометричний давач пожежної сигналізації для автозаправних комплексів

Однак, за певних несприятливих кліматичних умов (при високій температурі атмосферного повітря), навіть невелика концентрація парів нафтопродуктів у повітрі може спричинити небезпеку виникнення пожежі. Тому, виробнича зона заправних комплексів, на якій розташоване технологічне обладнання, повинна бути під постійним контролем автоматичної пірометричної системи, здатної фіксувати виникнення небезпечних високотемпературних полів, які з'являються у місцях можливого займання і виникнення пожежі. З метою попередження виникнення пожежо-вибухонебезпечної ситуації на території автозаправних комплексів пропонується обладнати їх системою пожежної сигналізації. Контроль виникнення пожежі на ранніх стадіях можливий при високій швидкодії схеми пірометричного датчика. Основним елементом схеми є пірометричний датчик (рис.4.4) призначений для виявлення моменту утворення вогнища пожежі по тепловому випромінюванню в інфрачервоній області спектра. В результаті використання швидкодіючих фотодетекторів досягається мала інерційність датчика загоряння (менше 1 мілісекунди).

Пірометричний датчик пожежної сигналізації працює наступним чином. Інфрачервоне випромінювання об'єкту, що охороняється за допомогою об'єктиву 1 фокусується, і пройшовши через отвір діафрагми 2, розділяється світло подільною пластиною 4 на два потоки. Кожен з цих потоків через світлофільтр 5 або 6 з різними спектрами пропускання потрапляє на фотодетектори 7. Лінза 3 спільно з об'єктивом 1 утворюють оптичну систему, яка служить для фокусування потоку на чутливі вікна фотодетекторів. Світлофільтри 5 і 6 виділяють з світлового потоку різні ділянки спектру. Сигнали з фотодетекторів 7 подаються на неінвертуючі входи підсилювачів 9, 10 і посилюються підсилювачами 9, 10. Для виключення впливу температури корпусу датчика на значення фотострумів фотодетекторів, з блоку

термостабілізації темнових струмів фотодетекторів 8 на інвертуючі входи підсилювачів 9 і 10 подається сигнал рівний темновим струмам фотодетекторів при даній температурі їх корпусу. Сигнали з підсилювачів подаються в виконавчу схему, яка складається з блоку 11 обчислення відношення двох напруг, блоку усереднення 12, порогового детектора 13 і блоку живлення 14.

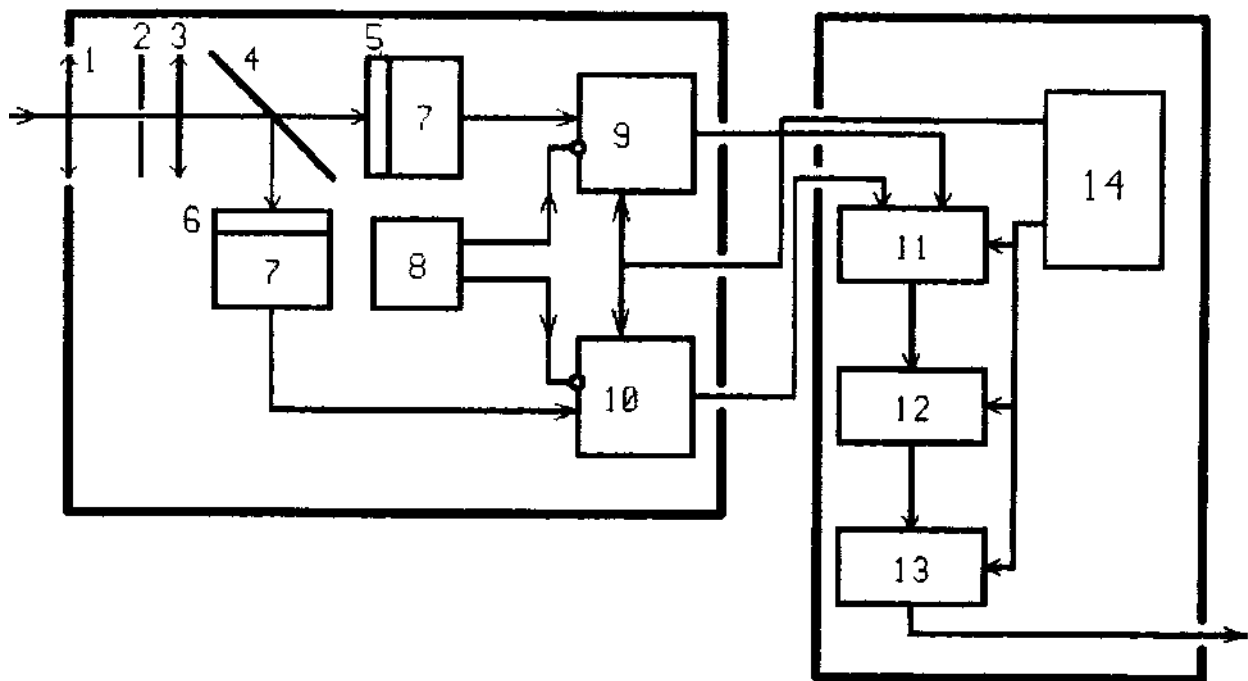


Рисунок 4.4 - Пірометричний датчик пожежної сигналізації:

1 - об'єктив, 2 - діафрагма, 3 - лінза, 4 - подільник світлового потоку, 5 і 6 - світлофільтри, 7 - інфрачервоні фотодетектори, 9 і 10 - підсилювачі, 8 - блок термостабілізації темнових струмів фотодетекторів, 11 - блок обчислення відношення двох значень напруги, 12 - блок усереднення, 13 - пороговий детектор, 14 - блок живлення.

У блоці 11 обчислюється відношення напруг з виходів підсилювачів 9, 10. Це відношення прямо пропорційно температурі джерела теплового випромінювання. Отриманий таким чином температурний сигнал в блоці 12 усереднюється за кількома вимірами для виключення впливу шумів в вимірювальному і оптичних трактах. Усереднений сигнал температури подається на блок 13 порогового детектора і, якщо він перевищує температуру

спрацьовування, то блок 13 формує на виході пристрою сигнал, що означає початок загоряння. Блок живлення 14 служить для формування і стабілізації напруг, необхідних для роботи електричної схеми.

В результаті використання швидкодіючих фотодетекторів досягається мала інерційність датчика загоряння (менше 1 мілісекунди). Завдяки застосуванню спектрального методу визначення температури виключається вплив відстані до рівновіддалених об'єктів, їх випромінювальних властивостей і оптичних властивостей навколишнього середовища на температуру спрацьовування давача. Використання інфрачервоних фотодетекторів і оптичної схеми дозволяє знизити температуру спрацьовування пожежного давача. При перевищенні температури будь-якого об'єкта в поле зору об'єктива 1 заданого значення (від 400°C і вище) через час, що не перевищує значення інерційності датчика, на його виході встановлюється сигнал, який повідомляє про початок виникнення загоряння.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОВІДВІДНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ВТРАТАМ ПАЛИВ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

АЗС є стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря - за рахунок випаровування бензину й дизельного палива з резервуарів для їх зберігання. Вміст цих речовин у атмосферному повітрі міста не контролюється на постах спостереження. Основними забруднюючими речовинами в процесі експлуатації АЗС при використанні бензину, дизельного палива та скрапленого вуглеводневого газу є: бензин, вуглеводні насичені, пропан, бутан, етан, метан. Безпосередніми джерелами викиду забруднюючих речовин на АЗС під час виконання технологічних операцій є: дихальний клапан резервуару з пальним (організоване джерело), забруднення утворюється під час заправки резервуару з бензовозу, а також при зберіганні в резервуарах: гирло бензобаку (неорганізоване джерело), забруднення утворюється під час заправки баків автомобільних транспортних засобів. Процес подальшого розкладання нафтопродуктів протікає вкрай повільно. За три-чотири роки відбувається окислення деяких компонентів. Утворюються пірени, які через 25-30 років перетворюються на самі токсичні речовини першого класу небезпеки – бенз(а)пірени. Отже, висока пожежо- вибухонебезпечність і токсичність нафтопродуктів, які містять такі небезпечні речовини, як бензол, стирол, толуол, ксилол та ін. створює серйозну техногенну небезпеку для населення. На АЗС, які забезпечені установками рекуперації парів (УРП), при операціях зливу/наливу забезпечується скорочення втрат нафтопродуктів від випаровування («велике дихання»). При зберіганні нафтопродуктів забезпечується виключення викиду вуглеводнів через: зміни температури навколишнього середовища, атмосферного тиску, часткового викачування продукту («малі дихання», і «зворотний видих» відповідно). У таблиці 5.1 представлені експлуатаційні характеристики сучасних УРП. Також, при використанні УРП суттєво знижується концентрація парів нафтопродуктів на

території заправних комплексів і техногенний ризик виникнення пожежовибухонебезпечних ситуацій.

Таблиця 5.1 - Експлуатаційні характеристики сучасних УРП

Параметри	Існуючі технології, що застосовуються в установках УРП			
	Мембранне розділення	Адсорбція активованим вугіллям	Адсорбція дизельним паливом	Уловлювання методом охолодження
Потреба в додаткових енергоресурсах з боку Замовника	Потреба в тиску і вакуумі	Потреба в тиску і вакуумі	Не потрібно	Не потрібно
Необхідність в процесі експлуатації періодичної утилізації токсичних вибухопожежо-небезпечних відходів	Так , утилізація відпрацьованих мембран	Так , утилізація відпрацьованих вугільних пластів	Так, утилізація дизельного палива через збільшення температури спалаху	Не потрібно
Здатність установки уловлення легких фракцій (УЛФ) витримувати перевантаження	Низька , практично неприпустима	Низька , практично неприпустима	Низька , через узгодженість кругової швидкості обертання айсорбера, пароповітряну суміш (ПВС), яка про-пускається через тарілки і наявністю достатнього "свіжого" (ЛФ) об'єму ДТ	Висока , відсоток уловлювання при 50% перевантаження понад номінальну продуктивність становить 90%!
Потреба в профілактичному обслуговуванні в процесі експлуатації установки УЛФ	Потрібно , ревізія і заміна мембран, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання.	Потрібно , ревізія і заміна вугільних пластів, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання	Не потрібно	Установки продуктивністю до 700 м3/г. - не потрібно . Установки продуктивністю понад 700 м3/год - потрібно заміна двох масляних фільтрів на рік
Вибухопожежо-небезпека	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Відсутня , в паровому каналі відсутні механічні та електричні компоненти.

5.1 Визначення техніко-економічної ефективності ДКНП

Оптимальний варіант технічного засобу повинний визначатися за мінімумом приведених витрат на спорудження та експлуатацію. Поряд із цим, одним із чинників при визначенні ефективності засобів скорочення втрат є кількість втрат нафтопродуктів від випаровування.

При проведенні техніко-економічної експертизи враховуються правила техніки безпеки та промислової санітарії при експлуатації нафтобаз і автозаправних станцій [2].

Техніко-економічна експертиза різноманітних засобів скорочення втрат від випаровування проводиться на основі порівняння їхніх економічних показників. Відповідно до методики визначення економічної ефективності використання в народному господарстві нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій, розрахунок щорічного економічного ефекту від виробництва і використання нових засобів праці (устаткування, прилад і т.ін.) із поліпшеними якісними характеристиками (продуктивність, довговічність, витрати на експлуатацію та т.ін.) проводиться за формулою

$$\Theta = \left[z_1 \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_n}{P_1 + E_n} + \frac{(I_1 - I_2) - E_n \cdot (K_2 - K_1)}{P_2 + E_n} - z_2 \right] \cdot A_2 \quad (5.1)$$

де z_1 і z_2 - приведені витрати одиниці відповідно базисного й нового засобу праці, що визначаються за формулою:

$$z = C + E_n \cdot K, \quad (5.2)$$

де C - собівартість одиниці продукції, грн;

K - питомі капіталовкладення у виробничі фонди, грн;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень ($E_n = 0,15$);

B_2/B_1 - коефіцієнт урахування росту продуктивності одиниці нового засобу праці в порівнянні з базисним;

B_2, B_1 - річний обсяг продукції (роботи), виробленої при використанні одиниці, відповідно базисного й нового засобу праці, в натуральних одиницях;

$\frac{(P_1 + E_n)}{(P_2 + E_n)}$ - коефіцієнт урахування зміни терміну служби нового засобу

праці в порівнянні з базисним;

P_1, P_2 - частка відрахувань від балансної вартості на повне відновлення (реновацію) базисного й основного засобу праці (розраховується як величина, обернена термінам служби засобів праці з урахуванням їхнього матеріального зносу);

$$\frac{[(I_1 - I_2) - E_n \cdot (K_2 - K_1)]}{P_2 - E_n} - \text{економія споживача на поточних витратах}$$

експлуатації і відрахуваннях від супутніх капіталовкладень за весь період служби нового засобу праці в порівнянні з базисним, грн;

K_1 і K_2 - супутні капіталовкладення споживача (капіталовкладення без урахування вартості порівнюваних засобів праці) при використанні базисного й нового засобу праці в розрахунку на обсяг продукції, виробленої за допомогою нового засобу праці, грн;

I_1 і I_2 - річні експлуатаційні витрати споживача при використанні їм базисного й нового засобу праці в розрахунку на обсяг продукції, виробленої за допомогою нового засобу праці, грн (у цих витратах враховується тільки частина амортизації, призначена для капітального ремонту засобів праці, тобто без урахування засобів на їхню реновацію, а також амортизаційні відрахування по супутніх капітальних вкладеннях споживача);

A_2 - річний обсяг виробництва нових засобів праці в розрахунковому році в натуральних одиницях.

Для кожного аналізованого варіанта застосування того або іншого засобу скорочення втрат визначались:

1. Капітальні витрати на виготовлення, транспортування, монтаж і супутні капіталовкладення;
2. Річні експлуатаційні витрати;
3. Приведені витрати.

Капітальні витрати визначаються за сумою витрат на обладнання резервуара аналізованим технічним засобом.

У складі капітальних витрат враховуються тільки витрати на впровадження самого технічного засобу. Капітальні вкладення на спорудження

резервуара, які не змінюються при застосуванні різноманітних засобів скорочення втрат від випаровування, в розрахунках не враховуються.

Сполучені питомі капіталовкладення на 1 тонни бензину складаються з питомих капіталовкладень у видобуток 1 тонни нафти, питомих капіталовкладень на транспортування 1 тонни нафти й нафтопродукту та питомих капіталовкладень на переробку нафти.

У складі експлуатаційних витрат враховуються тільки витрати, які змінюються в залежності від аналізованих засобів скорочення втрат:

1. Амортизаційні відрахування щодо застосування технічного засобу скорочення втрат, % від капітальних витрат;

2. Витрати на поточний ремонт, % від вартості технічного засобу скорочення втрат;

3. Вартість втрат продукту від випаровування, приймаючи за чинним преїскурантом.

Втрати від великих "дихань", зворотного "видиху" й малих "дихань" розраховуються за відомими методиками розрахунку втрат від випаровування [2].

Річні втрати від випаровування з урахуванням зміни оборотності резервуарів протягом року визначаються за формулою:

$$M_{річн} = \frac{M_{вд}^1 + M_{вд}^2 + M_{вд}^3}{3} n_{об}^1 + \frac{M_{вд}^4 + M_{вд}^5 + M_{вд}^6}{3} n_{об}^2 + \frac{M_{вд}^7 + M_{вд}^8 + M_{вд}^9}{3} n_{об}^3 + \frac{M_{вд}^{10} + M_{вд}^{11} + M_{вд}^{12}}{3} n_{об}^4 + M_{мд}, \quad (5.3)$$

де $M_{вд}^1 - M_{вд}^{12}$ - втрати від суми одного великого "дихання" і зворотного "видиху" у січні-грудні;

$n_{об}^1 - n_{об}^4$ - коефіцієнт оборотності резервуарів у кожному з 4-х кварталів року; $M_{мд}$ - річні втрати від малих "дихань", т.

Середньорічні втрати від одного великого "дихання" і зворотнього "видиху", що входять у розрахунок економічного ефекту від застосування технічних засобів скорочення втрат, визначалися за формулою:

$$M_{річн} = \frac{M_{річн} - M_{мд}}{n_{об}^1 + n_{об}^2 + n_{об}^3 + n_{об}^4} \quad (5.4)$$

Порівняльна техніко-економічна експертиза "ДКНП" і понтона як засобів запобігання втрат палив від випаровування.

За результатами математичного моделювання та на основі експериментальних досліджень встановлено, що ефективність "ДКНП" буде перевершувати ефективність понтона. Подальший матеріал подає порівняльний техніко-економічний аналіз вказаних засобів запобігання втрат палив від випаровування.

Розрахунок провадився для резервуарів, розташованих у південній зоні і призначених для зберігання автомобільного бензину марки А-76. Середня оборотність резервуарів $n_{об}$ прийнята рівною 9 об/рік. Також враховано на основі [4], що ефективність резервуарів із понтоном щодо запобігання втратам від випаровування автомобільних бензинів складає 80%. А ефективність "ДКНП", щодо запобігання втратам від випаровування автомобільного бензину марки А-76 складає 86-93%. Термін служби понтона із синтетичних матеріалів і "ДКНП" складає 20 років.

Результати проведених розрахунків подані в таблицях 5.2 і 5.3.

Таблиця 5.2 - Порівняльні показники вартості засобів боротьби з втратами нафтових палив від випаровування

Тип засобу боротьби з природними втратами палив	Вартість витрат, грн			
	Собівартість	Монтаж	Транспортні витрати	Усього
Понтон	3000	1000	1200	5200
«ДКНП»	6000	1000	3000	10000
НКДМ-250	2700	300	600	3600

Таблиця 5.3 - Порівняльний техніко-економічний аналіз ефективності наземних паливних резервуарів, ємністю 1000 м³, обладнаних засобами зниження втрат нафтових палив від випаровування (в розрахунку на 1 рік)

Економічні показники	Тип резервуару		
	Резервуар без понтона	Резервуар з понтоном	Резервуар з ДКНП
Капітальні вкладення, грн	1000	7825	7030
Втрати від випаровування, т	27,84	5,6	1,94
Експлуатаційні витрати (вартість втрат від випаровування), грн	55680	11737	4066
Економічна ефективність, грн	не визначається	42649	51321

3. Експериментально доведено в лабораторних умовах на модельному резервуарі, що застосування зазначеної системи, яка побудована на використанні сорбційних і термоелектричних процесів дозволяє знижувати втрати палив від випаровування при зберіганні на 86-93%. Значною перевагою системи є технологічна простота її експлуатації у складі дренажного устаткування резервуару.

4. Визначено, що обладнання 10 резервуарів об'ємом 1000 м³ парку зберігання ПММ підприємства паливозабезпечення розробленою газовідвідною системою ("ДКНП") дасть можливість одержувати щорічну економічну ефективність 510 321 грн.

5.2 Рекомендації для нафтогазових підприємств щодо зменшення економічних збитків від забруднюючих речовин

У разі недотримання умов дозволу або порушення правил спеціального водокористування, у разі порушення законодавства про охорону атмосферного повітря чи порушення умов дозволу на викиди, підприємства нафтогазової промисловості будуть притягнуті до відповідальності, яка передбачена Водним Кодексом України, Законом України про охорону атмосферного повітря та Законом України про охорону навколишнього природного середовища.

Зокрема, у ст. 68 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначені наступні види правопорушень: допущення наднормативних, аварійних і залпових викидів і скидів забруднюючих речовин та інших шкідливих впливів на навколишнє природне середовище; порушення природоохоронних вимог при зберіганні, транспортуванні, використанні, знешкодженні та захороненні хімічних засобів захисту рослин, мінеральних добрив, токсичних радіоактивних речовин та відходів. Крім того, невиконання спеціальних правил поводження з відходами може привести до порушення прав громадян на екологічно безпечне навколишнє природне середовище або порушення норм екологічної безпеки [13-15].

Більш повний перелік правопорушень закріплений у Законі України від 5 березня 1998 року «Про відходи». Він передбачає 16 видів правопорушень. Зазначений перелік не є вичерпним. Законами може бути встановлена відповідальність і за інші правопорушення законодавства про відходи.

Найпоширенішими правопорушеннями в даній галузі є: порушення встановленого порядку поводження з відходами, що призвело або може призвести до забруднення навколишнього природного середовища, прямого або опосередкованого шкідливого впливу на здоров'я людини і економічних збитків; самовільне розміщення чи видалення відходів; приховування перевищення встановлених лімітів на обсяги утворення та розміщення відходів; невиконання вимог поводження з відходами, що призвело до негативних екологічних, санітарно- епідемічних наслідків або завдало матеріальної чи моральної шкоди; порушення вимог безпечного перевезення небезпечних відходів. Відповідальність за порушення законодавства в галузі охорони атмосферного повітря несуть особи винні у:

- порушенні прав громадян на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище.

- перевищенні нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел в атмосферне повітря та нормативів гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел.

– перевищенні нормативів вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел.

– викидах забруднюючих речовин в атмосферне повітря без дозволу спеціально уповноважених на те органів виконавчої влади відповідно до закону.

– перевищенні обсягів викидів забруднюючих речовин, встановлених у дозволах на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

– недотриманні вимог, передбачених дозволом на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Порушення водного законодавства тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову або кримінальну відповідальність згідно з законодавством України.

Якщо, нафтогазові підприємства будуть дотримуватись умов дозволу на викиди, скиди та відходи, будуть вчасно сплачувати екологічний податок, відповідно економічні збитки будуть набагато меншими, що в свою чергу призведе до зменшення і кількості викидів. Адже, чим більший викид тим вища плата за забруднення [13].

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проаналізовано вплив автозаправних комплексів на стан довкілля та отримані наступні результати:

1. На підставі моніторингу сучасного стану проблеми запобігання природних втрат вуглеводнів при зберіганні палив нафтового походження вивчено різні методи зниження викидів летких вуглеводнів. Встановлено, що найбільшою ефективністю в сполученні з технологічною простотою є удосконалення дренажної арматури резервуарів.

2. Вперше експериментальне встановлено, що найбільш перспективними з досліджених сорбентів для використання в процесі сорбційної рекуперації автомобільного, авіаційного бензину і авіаційного гасу в промислових умовах є середньопористі силікагелі марок КСС-3 і КСС-4. Визначено, що середня сорбційна ємність вказаних сорбентів при 21 циклі (протягом семи днів) великого "дихання" модельного резервуара складає 450,24 мг/г. Видалення адсорбованих парів бензинів із цих зразків починається при кімнатній температурі і завершується при 210°C, а максимальна швидкість десорбції спостерігається в межах температур 90-105°C.

4. На підставі сучасних уявлень про масообмінні процеси при випаровуванні вуглеводневих рідин, закономірностей сорбційно-десорбційних процесів розроблена фізико-математична модель, яка дозволяє досліджувати динаміку насичення газового простору резервуарної ємності парами вуглеводневої рідини, поглинання цих парів сорбентом із наступною десорбцією та конденсацією. Головне досягнення цієї моделі - створення наукових засад розробки технічного засобу зменшення втрат палив від випаровування.

5. Вперше розроблено принципово нову газовідвідну систему ("дихальний клапан нового покоління" ДКНП) з використанням теоретичних принципів сорбційно-десорбційних і термоелектричних ефектів у складі

"дихальної" арматури резервуарів. Система поєднує в собі три самостійних модулі - клапанний, сорбційний і термоелектричний.

6. Створено і випробувано в лабораторних умовах газовідвідну систему зменшення втрат палив від випаровування в умовах зберігання. Доведено життєздатність зазначеної системи та встановлено ефективність зменшення природних втрат нафтових палив у межах 86-93%. Визначено, що при 300-х циклах моделювання зливно-наливних операцій сорбційна здатність та ефективність десорбції середньопористого силікагелю КСС-4 є практично сталими і складають відповідно 150-210 мг/г й 86-93%. З урахуванням 9-ти разових середніх показників оборотності резервуарів термін експлуатації сорбенту у "дихальному" клапані складе 30 місяців.

7. На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень розроблено алгоритм вибирання умов для ефективного застосування розробленої газовідвідної системи.

8. З метою запобігання виникнення пожежо- небезпечних ситуацій на території автозаправних комплексів запропоновано використовувати схему пірометричного давача.

Пораховано економічні збитки від забруднення довкілля нафтогазовими підприємствами. Екологічний податок за скиди забруднювальних речовин, за викиди в атмосферне повітря та за розміщення відходів. Розроблено рекомендації для нафтогазових підприємств щодо зменшення економічних збитків від забруднюючих речовин, та зменшення їх кількості. Розрахунки здійснено відповідно до Податкового кодексу України, розділ VIII Екологічний податок. Здійснено розрахунок парів нафтопродуктів при зливів з автоцистерн. Визначено обсяги викидів парів нафтопродуктів від резервуарів при зберіганні. Розраховано викиди забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферне повітря під час роботи паливо-роздавальної колонки при відпуску нафтопродуктів споживачем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойченко С.В. Раціональне використання вуглеводневих палив / С.В. Бойченко// Монографія. К.: НАУ, 2001. – 216 с.
2. Коршак А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения / А.А Коршак // Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 144с.
3. Миронов О.Г., Ланская Л.А. Выживаемость некоторых морских планктонных и бентопланктонных водорослей в морской воде, загрязненной нефтепродуктами / О.Г. Миронов, Л.А. Ланская // Ботанический журнал. – 1998. – № 6. – С.18 – 21.
4. Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф. Абузова / М.: Гостоптехиздат, 1996. – 522 с.
5. Транспорт и хранение нефтепродуктов // Научно-технический информационный сборник. - М., 1997. – №1.
6. Лозанський В. Р. Екологічне управління в розвинутих країнах світу в порівнянні з Україною / В.Р. Лозановський // Екологічне управління: підручник – Х., 2000. – 47 с.
7. Шемшученко Ю. С. Правовые проблемы экологии /Ю.С. Шемшученко — К.: Наукова думка, 1998. –133 с.
8. Юинг Г.В. Инструментальные методы анализа.- М.: Госатомиздат, 1963. - 352с.
9. Галушкіна Т.П. Економіка природокористування: навч. Посібник / Т.П. Галушкіна. – Х: Бурун Книга, 2009. – Книга. – 480 с.
10. Мазур И.И. Экология строительства объектов нефтяной и газовой промышленности / И.И. Мазур. – М.: Недра, 1991. – 279 с.
11. Ілляшенко С.М. Економічна безпека підприємства/С.М. Ілляшенко // Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника. – Суми : Університетська книга, 2012. – 803-818 с.

12. Коренюк П.І. Менеджмент навколишнього природного середовища /П.І. Коренюк. – Дніпропетровськ: Національна гірнича академія України, 2001. – 222 с.
13. Минигазимов Н.С. Научно-методические основы воздействия нефтяной промышленности на окружающую среду / Н.С. Минигазимов // Экологическая экспертиза. Обзорная информация. – М., 2002. – Вып. № 3. – С. 82-91.
14. Неймарк И.Е. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. - К.: Наукова думка, 1982. - 216 с.
15. Емельянов В.Е., Данилов А.М. Бензины с улучшенными экологическими свойствами// Автомобильная промышленность. - 1996. -№12.-С.33-34.
16. Бресь Ю.В., Васильківський І.В. Забезпечення техногенно-екологічної безпеки АЗС // VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, 25-27 вересня, 2019. Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 54.

Додаток А. Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕЕБ
к.т.н., доцент
_____ В.А.Іщенко
(підпис)
« 15 » _____ 09 _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу

**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ**

08-48. МКР.202.00.000 ТЗ

спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи: к.т.н., доцент

_____ І.В. Васильківський
(підпис)

« 15 » _____ 09 _____ 2020 р.

Розробив: студент гр. ТЗД-19м

_____ Бресь Юрій Вікторович
(підпис)

« 15 » _____ 09 _____ 2020 р.

1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № 214 по ВНТУ від “ 25 ” 09 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № 2 засідання кафедри ЕЕБ від “ 8 ” 09 2020 р.

2. Мета роботи. Підвищення ефективності проведення комплексного екологічного контролю та розробка природоохоронних заходів на території автозаправних станцій.

3. Вихідні дані для проведення робіт.

Параметри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (дод. Б). Викиди АЗС «Shell» за адресою: м. Вінниця, вул. елеська, 52 а, (дод. В).

4. Методи дослідження.

Інструментальні методи контролю забруднення промислових об'єктів.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання.

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання.	15.09.2020
2.	Визначити вплив нафтогазової галузі на довкілля. Дослідити вплив автозаправних станцій на стан атмосферного повітря, водне середовище та стан ґрунтів.	30.09.2020
3.	Проаналізувати методики визначення концентрації забруднювальних речовин у нафтогазовій галузі.	15.10.2020
4.	Дослідити існуючу систему екологічного контролю автозаправних станцій в Україні.	30.10.2020
5.	Провести комплексний екологічний моніторинг та контроль автозаправних підприємств, на прикладі АЗС м. Вінниця.	10.11.2020
6.	Розробити природоохоронні заходи для автозаправних комплексів.	20.11.2020
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020

6. Призначення і галузь використання.

Розроблені природоохоронні заходи і рекомендації можуть бути впроваджені на автозаправних станцій і нафтогазових підприємствах для покращення екологічного стану території підприємств та раціонального використання природних ресурсів. Результати розробки можуть використовуватись спеціалізованими організаціями для здійснення екологічного контролю нафтогазових підприємств.

7. Вимоги до розробленої документації.

Пояснювальна записка та графічна частина

8. Порядок приймання роботи.

Публічний захист роботи « » _____ 2020 р.

Початок розробки « 8 » 09 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР « 1 » 12 2020 р.

Розробив студент групи ТЗД-19м _____ Бресь Юрій Вікторович
(підпис)

Додаток Б.

Параметри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Виробництво процес, установка устаткування	№ джерела викиду	Найменування джерела викиду	Параметри джерел викиду		Координати джерел на карто-схемі				Місце відбору проб	Характеристика пилогазоповітряної суміші на виході			Код речовини	Найменування забруднюючої речовини	Максимальна концентрація забруднюючої речовини, мг/м3	Потужність викиду		
			висота, м	діаметр, м	точкового/поч. лінійн./центра симетр. площини		другого кінця лінійного довжина площини	об'єм, м ³ /с		швидкість, м/с	температура, С	г/с				кг / год	т/рік	
					X1	Y1												X2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
зберігання бензину А-95	1	Дихальний патрубок	3	0,05	-13	2	0	0	труба	0,004	2,0	16	2704	Бензин	2000,0	0,008	0,0288	0,034
зберігання бензину А-92	2	Дихальний патрубок	3	0,05	-16	-1	0	0	труба	0,004	2,0	16	2704	Бензин	1000,0	0,004	0,0144	0,028
зберігання бензину А-76	3	Дихальний патрубок	3	0,05	-19	-3	0	0	труба	0,004	2,0	16	2704	Бензин	2250,0	0,009	0,0324	0,060
зберігання ДП	4	Дихальний патрубок	3	0,05	-22	-5	0	0	труба	0,004	2,0	16	2754	Насичені вуглеводні	0,5	2x10 ⁻⁶	7,2x10 ⁻⁶	0,003

Додаток В. Викиди АЗС «Shell».

№ п/п	Найменування показників	Значення по джерелах			
		1	2	3	4
1	Номер джерела викиду	1	2	3	4
2	Найменування нафтопродуктів	Бензин А-95	Бензин А-92	Бензин А-80	дизпаливо
3	Об'єм нафтопродуктів, м ³ /рік V ^p	280,8	246,6	164,4	230,8
4	Молекулярна маса парів, г/моль, M _n	66	66	66	159
5	Температура початку і кінця кипіння рідини, тп.к./ тк.к.	35/195	35/195	35/195	200/360
6	Еквівалентна температура початку кипіння, текв,	53,2	53,2	53,2	218,2
7	Тиск насичених парів, P _{s(38)} , гПа	609	609	609	0,497
8	Середнє арифметичне значення температури атмосферного повітря за шість найбільш холодних місяців, °С, t _{ax}	-1,06	-1,06	-1,06	-1,06
9	Середнє арифметичне значення температури атмосферного повітря за шість найбільш тепліх місяців, °С, t _{at}	+14,4	+14,4	+14,4	+14,4
10	Середнє арифметичне значення температура нафтопродуктів в резервуарах за шість найбільш холодних місяців, °С, t _{рх}	-2,3	-2,2	-3,3	-2,2
11	Середнє арифметичне значення температура нафтопродуктів в резервуарах за шість найбільш теплих місяців, °С, t _{рт}	+16,8	+16,8	+16,7	+17,3

Продовження додатку В.

№ п/п	Найменування показників	Значення по джерела			
		1	2	3	4
1	Номер джерела викиду				
12	Значення коефіцієнту, K_{1x}/K_{1r}	1,62/6,1	1,62/6,1	1,62/6,1	1,62/6,1
13	Значення коефіцієнту, K_{2x}/K_{2r}	0,19/0,17	0,19/0,17	0,19/0,17	0,19/0,17
14	Значення коефіцієнту, K_{3x}/K_{3r}	0,74/0,36	0,74/0,36	0,74/0,36	0,74/0,36
15	Температура газового простору за шість найбільш холодних місяців	-1,06	-1,06	-1,06	-1,06
16	Температура газового простору за шість найбільш теплих місяців	+14,4	+14,4	+14,4	+14,4
17	Об'єм резервуарів, м ³	25	25	25	25
18	Значення коефіцієнту, K_{5x}	0,217	0,217	0,217	0,217
19	Значення коефіцієнту, K_{5r}	0,342	0,342	0,342	0,342
20	Коефіцієнт оборотності резервуарів	12,8	11,2	13,16	10,4
21	Кількість викидів від резервуарів за рахунок випаровування, г/с	0,00044	0,0004	0,00025	0,00000000022
22	Час, протягом якого зливають все паливо, год	16	14	10	13
23	Річний викид нафтопродуктів, т/рік	0,00003	0,00002	0,000009	0,000000000001
24	Кількість викидів від резервуарів за рахунок випаровування, кг/год				
	№1 $P_{вип}$	0,0016			
	№2 $P_{вип}$		0,0014		
	№3 $P_{вип}$			0,0009	
	№4 $P_{вип}$				0,00000000008

Додаток Г.
Ставки податку

Таблиця Г.1 – Ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення

Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, гривень за 1 тонну (п. 243.1 ПКУ)
Азоту оксиди	2451,84
Аміак	459,85
Ангідрид сірчистий	2451,84
Ацетон	919,69
Бенз(о)пірен	3121217,74
Бутилацетат	552,23
Ванадію п'ятиокис	9196,93
Водень хлористий	92,37
Вуглецю окис	92,37
Вуглеводні	138,57
Газоподібні фтористі сполуки	6070,39
Тверді речовини	92,37
Кадмію сполуки	19405,92
Марганець та його сполуки	19405,92
Нікель та його сполуки	98872,97
Озон	2451,84
Ртуть та її сполуки	103931,28
Свинець та його сполуки	103931,28
Сірководень	7879,65
Сірковуглець	5120,56
Спирт н-бутиловий	2451,84
Стирол	17903,89
Фенол	11128,67
Формальдегід	6070,39
Хром та його сполуки	65822,27
Двооксиу вуглецю	0,41 (п. 243.4 ПКУ)

Продовження додатку Г.

Таблиця Г.2 – Ставки податку за викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення забруднюючих речовин (сполук), які не увійшли до п. 243.1 ПКУ та на які встановлено клас небезпечності

Клас небезпечності	Ставка податку, гривень за 1 тонну (<u>п. 243.2 ПКУ</u>)
I	17536,42
II	4016,11
III	598,4
IV	138,57
Для забруднюючих речовин (сполук), які не увійшли до пункту 243.1 ПКУ та на які не встановлено клас небезпечності (крім двоокису вуглецю), ставки податку застосовуються залежно від установлених орієнтовно безпечних рівнів впливу таких речовин (сполук) в атмосферному повітрі населених пунктів	
Орієнтовно безпечний рівень впливу речовин (сполук), міліграмів на 1 куб. метр	Ставка податку, гривень за 1 тонну (<u>п. 243.3 ПКУ</u>)
Менше ніж 0,0001	738187,86
0,0001 — 0,001 (включно)	63247,95
Понад 0,001 — 0,01 (включно)	8737,07
Понад 0,01 — 0,1 (включно)	2451,84
Понад 0,1	92,37
Для забруднюючих речовин (сполук), на які не встановлено клас небезпечності та ОБРВ впливу (крім двоокису вуглецю), ставки податку встановлюються як за викиди забруднюючих речовин I класу небезпечності згідно з <u>п. 243.2 ПКУ</u> .	

Продовження додатку Г.

Таблиця Г.2 – Ставки податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти

Ставки податку за скиди окремих забруднюючих речовин у водні об'єкти (п. 245.1 ПКУ)	
Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, гривень за 1 тону
Азот амонійний	1610,48
Органічні речовини (за показниками біохімічного споживання кисню (БСК 5))	644,6
Завислі речовини	46,19
Нафтопродукти	9474,05
Нітрати	138,57
Нітрити	7909,77
Сульфати	46,19
Фосфати	1287,18
Хлориди	46,19
Ставки податку за скиди у водні об'єкти забруднюючих речовин, які не увійшли до п. 245.1 ПКУ та на які встановлено гранично допустиму концентрацію або орієнтовно безпечний рівень впливу (п. 245.2 ПКУ)	
Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин або орієнтовно безпечний рівень впливу, міліграмів на 1 літр	Ставка податку, гривень за 1 тону
До 0,001 (включно)	168743,5
Понад 0,001 — 0,1 (включно)	122347,23
Понад 0,1 — 1 (включно)	21092,69
Понад 1 — 10 (включно)	2146,63
Понад 10	429,72
За скиди забруднюючих речовин, на які не встановлено гранично допустиму концентрацію або орієнтовно безпечний рівень впливу, застосовуються ставки податку за найменшою величиною гранично допустимої концентрації, наведеної у пункті 245.2 ПКУ . За скиди забруднюючих речовин у ставки та озера ставки податку, зазначені у пунктах 245.1 і 245.2 ПКУ, збільшуються у 1,5 раза.	

Додаток Д.

Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор ІнЕБМД, д.т.н.,
 професор
 _____ Петрук В.Г.
 “ ____ ” _____ 2020 р.

АКТ
впровадження результатів
магістерської кваліфікаційної роботи
студента групи ТЗД-19м
Бреся Юрія Вікторовича
на тему: “НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ”
у навчальний процес

Комісія у складі професора Ранського А. П., доцента Кватернюка С. М., доцента Петрука Р.В. склали цей акт про те, що в інституті екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету під час виконання практичних занять з дисципліни «Організація та управління в природоохоронній діяльності» впроваджено такі результати, розроблені магістрантом Бресь Юрієм Вікторовичем:

1. Удосконалена модель екологічного контролю автозаправних комплексів та нафтогазових підприємств, яка дасть змогу підвищити ефективність контролю скидів, викидів та відходів на цих підприємствах.

2. Розроблена схема пірометричного датчика пожежної сигналізації для автозаправних і нафтогазових підприємств.

“ ____ ” _____ 2020 р.

Голова комісії: _____ д.х.н., професор, завідувач кафедри
 ХХТ Ранський А. П.

Члени комісії: _____ к.т.н., доцент каф. ЕЕБ Кватернюк С.М.

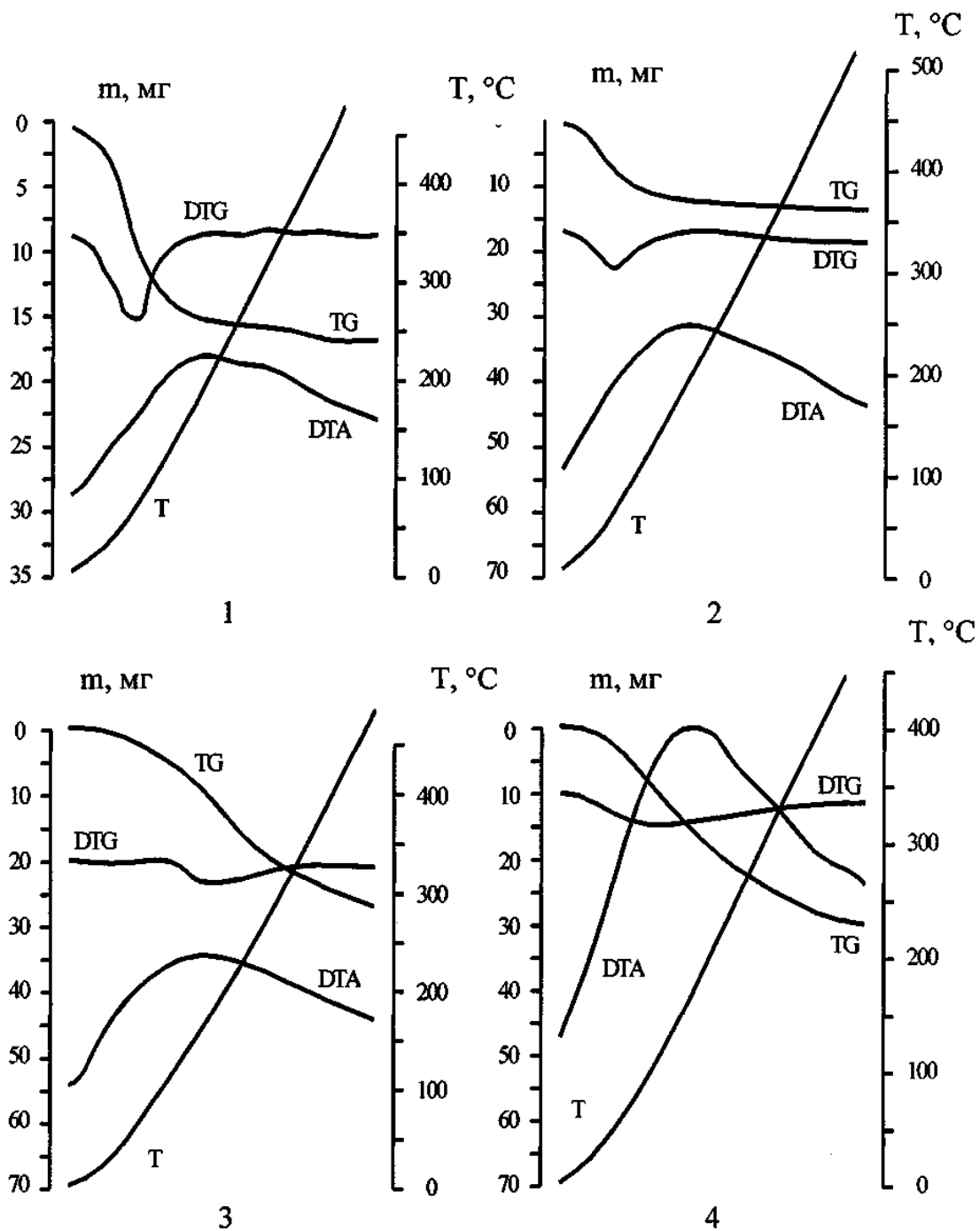
_____ к.т.н., доцент кафедри ЕЕБ Петрук Р. В.

Наслідки від випаровування нафтопродуктів



					08-48.МКР.202.00.001 ГЧ														
										Наслідки від випаровування нафтопродуктів									
															Літ.		Маса	Масшт	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дат															
Розробив		Бресь Ю.В.		30.11	Аркуш 1 Аркушів 5														
Перевірів		Васильківський І.В.		30.11															
Т.контр.					ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м														
Рецензент		Прокопчук С.П.		30.11															
Н. контр.		Васильківський І. В.		30.11															
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11															

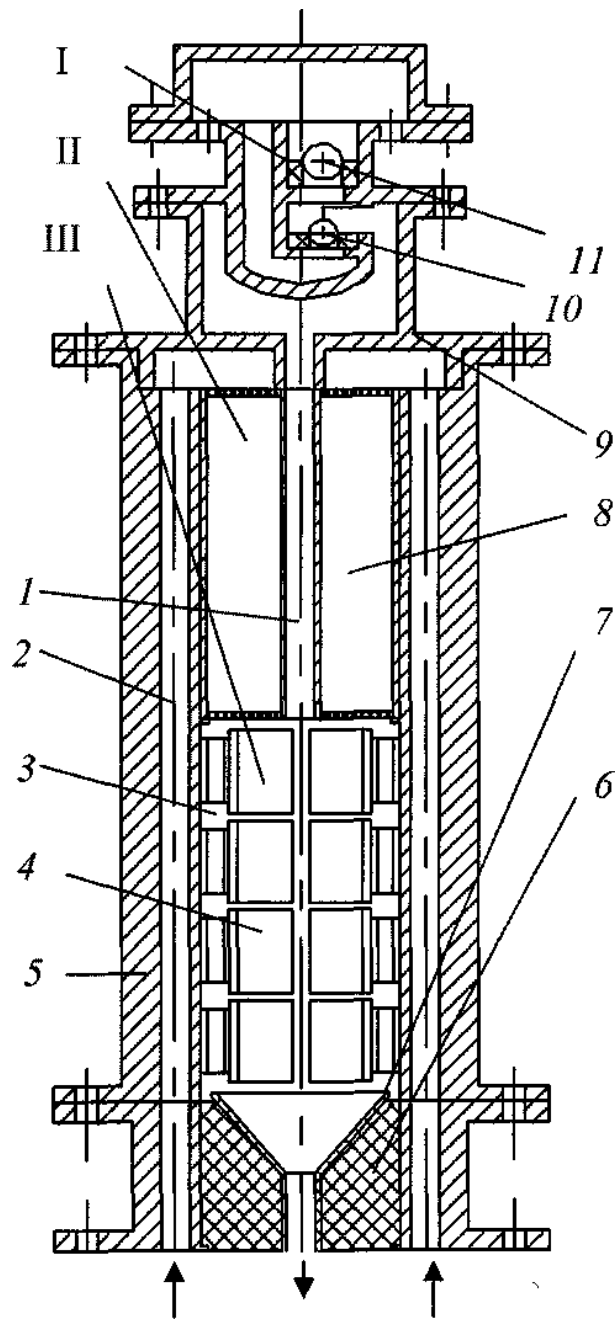
Термогравіметрія сорбентів після адсорбції автомобільного бензину



- 1 - силікагель середньопористий марки КСС-3 ($m = 182$ мг);
 2 - силікагель середньопористий марки КСС-4 ($m = 146,5$ мг);
 3 - цеоліт марки NaX ($m = 203,0$ мг,);
 4 - активоване вугілля марки СКТ ($m = 228,3$ мг).

					08-48.МКР.202.00.002 ГЧ				
					Термогравіметрія сорбентів після адсорбції автомобільного бензину	Літ.		Маса	Масшт
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дат					
Розробив		Бресь Ю.В.		30.11					
Перевірив		Васильківський І.В.		30.11					
Т.контр.						Аркуш 2		Аркушів 5	
Рецензент		Прокопчук С.П.		30.11		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м			
Н. контр.		Васильківський І. В.		30.11					
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11					

Модель системи зменшення природних втрат палив при зберіганні з використанням сорбентів і ТЕМ

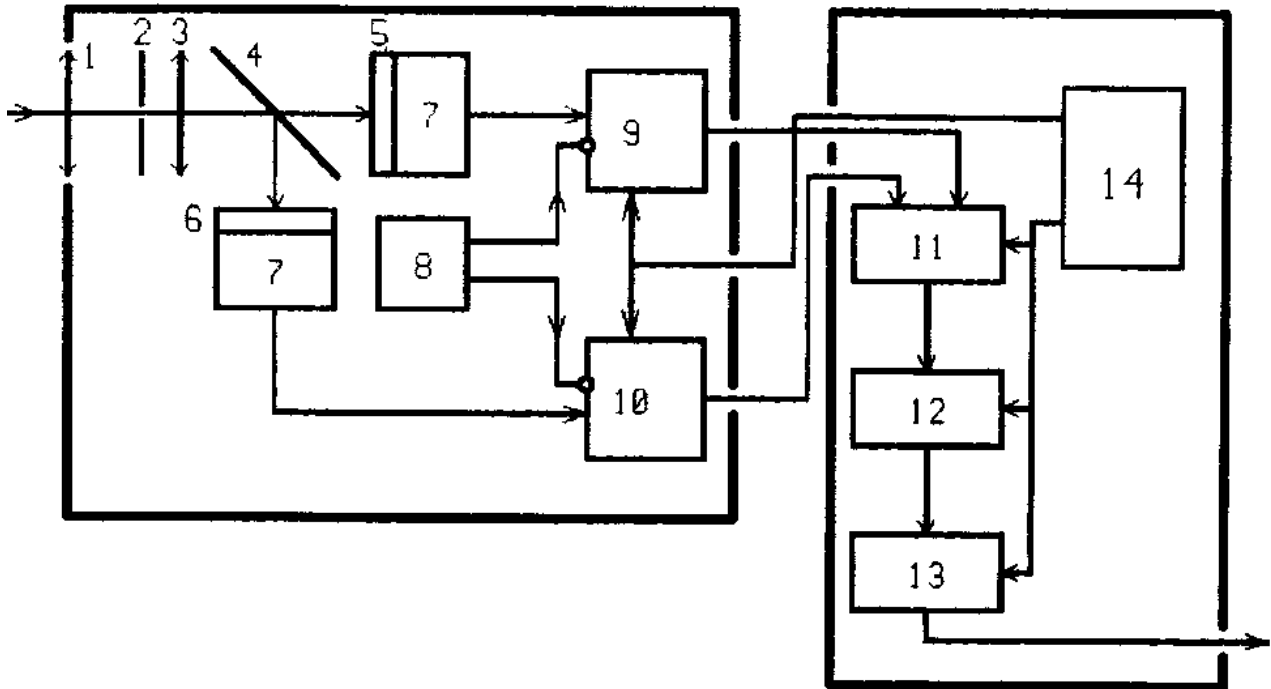


1 - опускний канал;
 2 - підймальний канал;
 3 - модуль ТЕОК;
 4 - холодний радіатор;
 5 - гарячий радіатор;
 6 - теплова ізоляція;

7 - перехідна пастка;
 8 - модуль сорбента;
 9 - верхня кришка дихального клапану;
 10 - клапан "тиск";
 11 - клапан "вакуум".

					08-48.МКР.202.00.003 ГЧ				
					Модель системи зменшення природних втрат палив при зберіганні з використанням сорбентів і ТЕМ	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дат					
Розробив		Бресь Ю.В.		30.11					
Перевірів		Васильківський І.В.		30.11					
Т.контр.						Аркуш 3		Аркушів 5	
Рецензент		Прокопчук С.П.		30.11		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м			
Н. контр.		Васильківський І. В.		30.11					
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11					

Пірометричний датчик пожежної сигналізації для автозаправних комплексів



1 - об'єктив, 2 - діафрагма, 3 - лінза, 4 - подільник світлового потоку, 5 і 6 - світлофільтри, 7 - інфрачервоні фотодетектори, 9 і 10 - підсилювачі, 8 - блок термостабілізації темнових струмів фотодетекторів, 11 - блок обчислення відношення двох значень напруги, 12 - блок усереднення, 13 - пороговий детектор, 14 - блок живлення

					08-48.МКР.202.00.004 ГЧ				
					Пірометричний датчик пожежної сигналізації для автозаправних комплексів	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дат					
Розробив		Бресь Ю.В.		30.11					
Перевірив		Васильківський І.В.		30.11					
Т.контр.									
Рецензент		Прокопчук С.П.		30.11		Аркуш 4		Аркушів 5	
Н. контр.		Васильківський І. В.		30.11		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м			
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11					

Експлуатаційні характеристики сучасних УРП

Параметри	Існуючі технології, що застосовуються в установках УРП			
	Мембранне розділення	Адсорбція активованим вугіллям	Адсорбція дизельним паливом	Уловлювання методом охолодження
Потреба в додаткових енергоресурсах з боку Замовника	Потреба в тиску і вакуумі	Потреба в тиску і вакуумі	Не потрібно	Не потрібно
Необхідність в процесі експлуатації періодичної утилізації токсичних вибухопожежо-небезпечних відходів	Так , утилізація відпрацьованих мембран	Так , утилізація відпрацьованих вугільних пластів	Так, утилізація дизельного палива через збільшення температури спалаху	Не потрібно
Здатність установки уловлення легких фракцій (УЛФ) витримувати перевантаження	Низька , практично неприпустима	Низька , практично неприпустима	Низька , через узгодженість кругової швидкості обертання айсорбера, пароповітряну суміш (ПВС), яка пропускається через тарілки і наявністю достатнього "свіжого" (вільного від легкої фракції (ЛФ)) об'єму ДТ	Висока , відсоток уловлювання при 50% перевантаження понад номінальну продуктивність становить 90%!
Потреба в профілактичному обслуговуванні в процесі експлуатації установки УЛФ	Потрібно , ревізія і заміна мембран, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання.	Потрібно , ревізія і заміна вугільних пластів, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання	Не потрібно	Установки продуктивністю до 700 м3/г. - не потрібно . Установки продуктивністю понад 700 м3/год - потрібно заміна двох масляних фільтрів на рік
Вибухопожежо-безпека	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Відсутня , в паровому каналі відсутні механічні та електричні компоненти.

					08-48.МКР.202.00.005 ГЧ				
					Експлуатаційні характеристики сучасних УРП	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дат					
Розробив		Бресь Ю.В.		30.11					
Перевірив		Васильківський І.В.		30.11					
Т.контр.									
Рецензент		Прокопчук С.П.		30.11	Аркуш 5		Аркушів 5		
Н. контр.		Васильківський І. В.		30.11	ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м				
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11					

