

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))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ ПУНКТІВ ВІДКРИТОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЯГАЗ»

Виконав: студент 2-го курсу, групи ТЗД-20м
спеціальності 183 – Технології захисту

навколишнього середовища

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Нечипорук А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕЕБ

Васильківський І.В.
(прізвище та ініціали)

« 15 » грудня 2021 р.

Опонент: д.х.н., професор каф. ХХТ

Ранський А.П.
(прізвище та ініціали)

« 15 » грудня 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕЕБ

Петрук В.Г.
д.т.н., проф. Петрук В.Г.
(прізвище та ініціали)

« 15 » грудня 2021 р.

Вінниця – 2021 року

АНОТАЦІЯ

УДК 621.532.4

Нечипорук А. С. Наукове обґрунтування екологічної безпеки газонаповнювальних пунктів відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища, освітня програма – технології захисту навколишнього середовища. Вінниця: ВНТУ, 2021. 94 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 21 назв; рис. 6; табл. 30.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглядається стан екологічної безпеки Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз». На основі проведених досліджень запропоновано природохоронні заходи для підвищення рівня екологічної безпеки і зменшення впливу на довкілля Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

Зроблений розрахунок еколого-економічного ефекту використання кротонового альдегіду в якості одоранту.

Графічна частина складається з 5 плакатів із результатами моделювання.

Ключові слова: природний газ, газонаповнювальний пункт, забруднення атмосферного повітря, викиди забруднюючих речовин, екологічний контроль, очистка викидів, одорант.

ABSTRACT

UDC 621.532.4

Nechyporuk A. S. Scientific substantiation of ecological safety of gas filling points of Vinnytsiagaz open joint-stock company. Master's thesis on specialty 183 - Environmental Technologies, educational program - Environmental Technologies. Vinnytsia: VNTU, 2021. 94 p.

In Ukrainian language. Bibliography: 21 titles; Fig. 6; table 30.

The state of ecological safety of the Kalinov gas filling station of Vinnytsiagaz Open Joint-Stock Company is considered in the master's qualification work. Based on the conducted research, environmental measures have been proposed to increase the level of environmental safety and reduce the environmental impact of the Kalinov gas filling station of the Vinnytsiagaz open joint-stock company.

The calculation of the ecological and economic effect of the use of crotonic aldehyde as an odorant.

The graphic part consists of 5 posters with simulation results.

Key words: natural gas, gas filling point, atmospheric air pollution, pollutant emissions, ecological control, emission treatment, odorant.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ	
ПУНКТУ ВАТ «ВІННИЦЯГАЗ».....	11
1.1 Характеристика небезпечних речовин газонаповнювальних пунктів....	11
1.2 Відомості про технологію та апаратурне оформлення.....	12
1.3 Пост зливу зрідженого газу із автомобільних цистерн до бази зберігання.....	12
1.4 Насосно-компресорне відділення.....	13
1.5 База зберігання зрідженого газу.....	13
1.6 Наповнювальне відділення.....	14
1.7 Колонка заправки автомобілів, що працюють на зрідженому газі.....	15
1.8 Загальні відомості про підприємство.....	17
1.9 Джерела викидів забруднюючих речовин.....	18
1.10 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин.....	19
2 РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В	
АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	24
2.1 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час зливу з залізничних цистерн.....	24
2.1.1 Визначення густини рідкої та парової фази СВГ.....	24
2.1.2 Розрахунок втрат при зливі.....	25
2.1.3 Розрахунок втрат - рукав рідкої фази.....	25
2.1.4 Розрахунок втрат - рукав парової фази.....	26
2.2 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час наливу в автомобільні цистерни.....	26
2.2.1 Визначення густини рідкої та парової фази СВГ.....	27
2.2.2 Розрахунок втрат при наливі - колонка №1.....	27
2.2.3 Розрахунок втрат - рукав рідкої фази.....	28
2.2.4 Розрахунок втрат - рукав парової фази.....	28

	5
2.2.5 Розрахунок втрат при наливі - колонка №2.....	29
2.2.6 Розрахунок втрат - рукав рідкої фази.....	29
2.2.7 Розрахунок втрат - рукав парової фази.....	30
2.3 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час зберігання СВГ.....	30
2.3.1 Визначення густини рідкої фази СВГ.....	30
2.3.2 Розрахунок втрат при зберіганні – ємність №1.....	31
2.3.3 Розрахунок втрат при зберіганні - ємність №2.....	31
2.4 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час перевірки запобіжних клапанів на ємностях.....	32
2.4.1 Визначення густини парової фази СВГ.....	32
2.4.2 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - ємність №1.....	32
2.4.3 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - ємність №2.....	33
2.5 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час перевірки трубопроводів.....	34
2.5.1 Визначення густини рідкої фази СВГ.....	34
2.5.2 Розрахунок втрат при перевірці.....	34
2.6 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час перевірки запобіжних клапанів на конденсатозбірниках.....	35
2.6.1 Визначення густини парової фази СВГ.....	35
2.6.2 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - конденсатозбірник №1... 36	
2.6.3 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - конденсатозбірник №2... 36	
2.7 Розрахунок викидів шкідливих речовин від насосно - компресорного відділення.....	37
2.7.1 Визначення густини парової фази СВГ.....	37
2.7.2 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів.....	38
2.7.3 Розрахунок втрат при ремонті насосів.....	38
2.7.4 Розрахунок втрат при ремонті компресорів.....	39
2.8 Розрахунок викидів шкідливих речовин із ємностей.....	39
2.8.1 Визначення густини парової фази СВГ.....	39
2.8.2 Розрахунок втрат ємності №1.....	40

	6
2.8.3 Розрахунок втрат ємності №2.....	40
3 ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ КАЛИНІВСЬКОГО ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНОГО ПУНКТУ ВАТ «ВІННИЦЯГАЗ».....	
3.1 Захист від корозії.....	41
3.2 Автоматизація системи формування звітності.....	42
3.3 Очищення повітряно-газової суміші.....	43
3.3.1 Абсорбція.....	44
3.3.2 Каталітичні методи.....	48
3.3.3 Адсорбція.....	50
3.4 Застосування очищувального устаткування на газонаповнювальному пункті міста Калинівка.....	57
3.5 Екологічні проблеми одоризації природного газу.....	62
3.6 Використання кротонового альдегіду для одоризації газу.....	66
3.7 Коротка характеристика кротонового альдегіду.....	67
4 СТАРТАП-ПРОЕКТ «ОДОРАНТ - КРОТОНОВИЙ АЛЬДЕГІД».....	68
4.1 Маркетингове дослідження аналізу стартап-проекту.....	68
4.2 Розрахунок еколого-економічного ефекту.....	82
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
Додаток А. Технічне завдання.....	89
Додаток Б. План-схема газонаповнювального пункту міста Калинівки.....	91
Додаток В. Викид забруднюючих речовин Калинівського газонаповнювального пункту ВАТ «Вінницягаз».....	92
Додаток Д. Експлікація основного устаткування газонаповнювального пункту.....	93
Додаток Е. Акт впровадження результатів магістерської роботи.....	94

ВСТУП

Актуальність. Природний газ на теперішній час є одним із пріоритетних енергоресурсів та найбільш екологічно чистим видом палива.

Кількість газонаповнювальних пунктів в Україні зростає. Вони є шкідливими для навколишнього природного середовища та для здоров'я людей через те, що викидають в атмосферу велику кількість забруднюючих речовин. Під час роботи газонаповнювальних пунктів в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини як: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Усі забруднюючі речовини, які викидає газонаповнювальний пункт є досить шкідливими для природного середовища та для людини. Пропан, бутан, етан та метан - сильні наркотики, але, у зв'язку з малою розчинністю у воді та в крові, щоб викликати наркотичний ефект, потрібні високі концентрації у повітрі, щоб створилися небезпечні концентрації у крові. Викликають подразнення слизових оболонок очей, збудження нервової системи, зниження пульсу, у разі сильних отруєнь – пневмонію, втрату свідомості.

Сірководень – безбарвний газ, який має запах протухлих яєць. Швидкодіюча отрута, утворює нестійкі вогнища ураження. При високих концентраціях – біль в очах, подразнення слизових оболонок очей, носоглотки, світлобоязнь, блефароспазм, нежить, металевий присмак у роті, головний біль, стиснення за грудиною, нудота. В Україні, відповідно до ДСТУ 3377-96, використовується в якості одоранта етилмеркаптан (етантиол). Дана речовина є органічною сполукою, представником ряду тіолів складу C_2H_5SH [1-3]. Він присутній в списку сильнодіючих ядовитих речовин і в великих кількостях може викликати головну біль, нудоту, втрату координації. Також етилмеркаптан вражає нирки і печінку. Тому потрібно встановлювати границі на обсяги викидів для цих забруднюючих речовин.

Отже, кожний газонаповнювальний пункт потребує проведення комплексної ОВД та екологічної експертизи з урахуванням всіх ландшафтних,

геологічних, гідрологічних, кліматичних та інших особливостей тих районів, в яких вони розташовані, а також розробки ефективних заходів по зменшенню негативного впливу даних об'єктів на довкілля і здоров'я населення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри ЕЕБ, зокрема, госптематики №1610 «Розроблення Програми регіонального екологічного моніторингу Вінницької області на 2021-2025 роки» в якій здобувач брав безпосередню участь як виконавець, а також відповідно законів України: «Про охорону навколишнього природного середовища» №1268-ХІІ від 26.06.91 і «Про охорону здоров'я» №2802-ХІІ від 19.11.92.

Мета роботи – наукове обґрунтування екологічної безпеки газонаповнювальних пунктів відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз» та розробка природоохоронних заходів.

Завдання роботи. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Здійснити аналіз екологічних характеристик газонаповнювальних пунктів відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

2. Дослідження екологічних характеристик технологічних ділянок Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

3. Проведення розрахунків валових викидів стаціонарних джерел забруднення Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

4. Аналіз отриманих результатів дослідження та розробка природоохоронних заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

5. Розробити стартап-проект безсірковмісного одоранта для підвищення рівня екологічної безпеки газонаповнювальних пунктів.

Об'єкт дослідження - процес контролю забруднення атмосферного повітря викидами в районі розташування Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

Предмет дослідження – екологічні характеристики технологічного обладнання Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

Практичне значення. Результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці виробничої діяльності газонаповнювальних пунктів відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз». Запропоновано використання очищувального устаткування на газонаповнювальному пункті міста Калинівка. Використання кротонового альдегіду в якості одоранта природного газу дозволить підвищити екологічну безпеку на газорозподільних станціях і газонаповнювальних пунктах України.

Здійснення екологізації підприємств відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз» може здійснюватися за такими основними напрямками:

1) розробка та застосування в промисловості маловідходних та безвідходних технологічних процесів, машин та обладнання, які забезпечують раціональне використання матеріальних та сировинних ресурсів, зниження норм використання сировини, утилізація відходів;

2) розробка, випуск та застосування серійного газоочисного та пиловловлюючого обладнання для захисту повітряного басейну від викиду шкідливих речовин;

3) розробка засобів контролю та автоматизації споруд з очистки викидів з ціллю підвищення їх ефективності та зниження експлуатаційних витрат на очистку.

Новизна одержаних результатів.

1. Проведено розрахунок валових викидів стаціонарних джерел забруднення Калинівського газонаповнювального пункту відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».

2. Обґрунтовано вибір кротонового альдегіду як одоранта природного газу.

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

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища України, екологічна безпека і захист від джерел викидів забруднюючих речовин нафтогазової промисловості.

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища України та підвищення рівня екологічної безпеки підприємств відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз» в цілому.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Викладені у МКР положення доповідались у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ і VIII Міжнародному з'їзді екологів, (м.Вінниця, 2021). Основні ідеї і отримані результати підтверджені актом впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи у навчальний процес ВНТУ представлений у додатку Е.

Публікації результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Викладені у МКР положення доповідались на VIII Міжнародному з'їзді екологів і Міжнародному науково-практичному семінарі по декарбонізації та екомодернізації промисловості України та щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ і зазначені у списку використаних джерел [21].

Подяки. Автор вдячний голові правління акціонерного товариства з газопостачання та газифікації «Вінницягаз» Криваку Олександрю Андрійовичу за розуміння, допомогу і моральну підтримку у проведенні досліджень магістерської кваліфікаційної роботи.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ ПУНКТУ ВАТ «ВІННИЦЯГАЗ»

1.1 Характеристика небезпечних речовин газонаповнювальних пунктів

Згідно з ДСТУ 4047-2001 основними складовими зрідженого вуглеводневого газу (ЗВГ) є пропан (C_3H_8) і бутан (C_4H_{10}). Залежно від пори року пропан і бутан змішуються в необхідних співвідношеннях. У літню пору року ЗВГ випускається марки СПБТ – суміш пропану та бутану технічна. Дані про склад ЗВГ марки СПБТ надано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика зрідженого вуглеводневого газу марки СПБТ

Найменування показника, одиниця виміру	Норма за ДСТУ 4047-2001	Результати аналізу [3.4]
Масова частка компонентів, %		
- сума метану, етану і етилену	не нормується	4,97
- сума пропану і пропилену	не нормується	45,82
- сума бутанів і бутиленів, не більше	60	48,96
Об'ємна частка рідкого залишку за $+20\text{ }^\circ\text{C}$, % не більше	1,6	0
Тиск насичених парів надлишковий за температурою $+45\text{ }^\circ\text{C}$, МПа, не більше	1,6	1,27
Масова частка сірководню і меркаптанової сірки, % не більше	0,013	0,002
в т.ч. сірководню, % не більше	0,003	-
Вміст води і лугу	відсутність	відсутні
Інтенсивність запаху, балів, не менше	3	3
Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	не нормується	520
Фізико-хімічні властивості:		
- агрегатний стан при нормальних умовах	газоподібний	газоподібний
- колір	безбарвний	безбарвний
Вибухо- та пожежонебезпечність (обумовлена наявністю в складі основних компонентів пропану та бутану)	-	-
Токсичність (обумовлена властивостями компонентів, які входять до складу зрідженого вуглеводневого газу)	-	-

1.2 Відомості про технологію та апаратурне оформлення

Основний вид виконуваних робіт – прийом, зберігання, наповнення побутових балонів та паливних баків автомобілів, що працюють на зрідженому вуглеводневому газі «пропан-бутан».

Перелік основних технологічних вузлів:

- пост зливу зрідженого газу з автомобільних цистерн до бази зберігання;
- база зберігання зрідженого газу;
- насосно-компресорне відділення;
- наповнювальне відділення;
- злив важких залишків, що не випарувались з балонів до підземного резервуару;
- відділення ремонту та технічного огляду балонів та паливних баків автомобілів;
- колонка для наповнення паливних баків автомобілів, що працюють на зрідженому газі.

1.3 Пост зливу зрідженого газу із автомобільних цистерн до бази зберігання

Вузол зливу зрідженого газу із автомобільних цистерн до бази зберігання призначений для одночасного зливу ЗВГ. Зріджений вуглеводневий газ «пропан-бутан» прибуває від постачальників в автомобільних цистернах АЦРГ об'ємом 25,0 м³ (в якості прикладу). В цистернах підтримується тиск до 1,6 МПа (16 кгс/см²).

Злив зрідженого газу проводиться після закінчення маневрових робіт, по установці автомобільної цистерни на відповідному місці біля зливного трубопроводу, закріплення її спеціальними «черевиками», виконання заземлення цистерни. Максимальний ступінь заповнення зрідженим газом не перевищує 85 %

геометричного об'єму резервуару. Підключення цистерни до зливних патрубків здійснюється за допомогою гнучких шлангів. Цистерни обладнані КВП, запобіжними клапанами і запірною арматурою. Злив зрідженого газу здійснюється по трубопроводах для газової і рідкої фази (окремо) і гумовотканинних зливних рукавах. Вузол зливу включає запірно-регулюючу арматуру, запобіжні клапани, прилади КВПіА.

1.4 Насосно-компресорне відділення

Для створення в системі рівноважного стану і можливості руху середовища, що перекачується, в потрібному напрямку використовується насосно-компресорне обладнання. Компресор створює і підтримує перепад тиску $2,0 \div 2,5$ кгс/см². У насосно-компресорному відділенні встановлено компресор марки АУ-40. Технічна характеристика: продуктивність 40000 ккал/годину, потужність електродвигуна 30 кВт.

Перекачка рідкої фази зрідженого газу здійснюється за допомогою двох насосів (розташованих в приміщенні) типу НСГ 5/150 з робочим тиском 16 кгс/см² продуктивність насоса – 5 м³/годину.

Насоси працюють в автоматичному режимі. При відхиленні одного з параметрів від робочого значення, спрацьовує система захисту, насос відключається до усунення несправностей. Все обладнання насосно-компресорного відділення, виготовлено в вибухозахищеному виконанні. Обладнання розташовано під навісом. Для скидання надмірного тиску, система обладнана свічками скидання газу. При відхиленні одного з параметрів від робочих значень, спрацьовує система захисту, насос відключаються до усунення несправностей.

1.5 База зберігання зрідженого газу

З автоцистерн зріджений газ потрапляє в ємності бази зберігання. В ємностях підтримується тиск до 1,6 МПа (16 кгс/см²).

База зберігання складається з восьми підземних резервуарів для зрідженого газу об'ємом по 5,0 м³ кожний (в якості прикладу). Загальний об'єм бази зберігання таким чином складає 40,0 м³. Резервуари для зберігання «пропан-бутану» експлуатуються згідно ДНАОП 0.00-1.07.94 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Кожний резервуар укомплектовано двома запобіжними клапанами, рівнемір, приборами контролю тиску (манометр), патрубками рідкої фази, парової фази та запірною арматурою, згідно ДНБ В 2.5-20-2001.

З ємностей газ за допомогою насосів по системі трубопроводів подається в наповнювальне відділення та на пост заправки АЦЗГ на наповнювальних колонках. Пост обладнано швидкісними та зворотними клапанами, манометрами, вимірювальними пристроями. Максимальний ступінь заповнення зрідженим газом не перевищує 85% геометричного об'єму резервуара.

1.6 Наповнювальне відділення

Споживачам зріджений газ відпускається в баллонах об'ємом 50 дм³, 27 дм³ і 5 дм³.

Наповнювальне відділення складається з:

- газонаповнювальної карусельної установки – УНБН-01 – 2 од.;
- напільний конвеєр КНП – 1 од.;
- пост 100% зважування балонів;
- пост зливу-доливу балонів;
- установка для зливу важких залишків, що не випарувались;
- рампа розвантаження-довантаження авто клітей.
- рампа завантаження-довантаження автоклітей.;

Технічні дані газонаповнювальної установки УНБН-01-04: кількість постів – 6, робочий тиск газу – 16 кгс/см², робочий тиск повітря – 2,5 кгс/см².

Установка працює спільно з конвеєром напільним пластинчастим типу КНП, який транспортує балони з пункту приймання до карусельної установки.

Після наповнення балонів зрідженим газом, балони з карусельної установки потрапляють знову на пластинчастий конвеєр, де проводиться контрольне зважування балонів на терезах, після чого вони транспортуються до місця видачі.

Установка для зливу важких залишків, що не випарувались – призначена для зливу з балонів, що вийшли з експлуатації, важких залишків, що не випарувались. Злив важких залишків, що не випарувались проводиться до підземного резервуару, об'ємом 5,0 м³ (в якості прикладу).

Рампа для загрузки автоклітей балонами – наповнені балони, призначені для доставки споживачу, напільним конвеєром КНП подаються на рампу загрузки автоклітей. У відділенні передбачена приточно-витяжна і аварійна вентиляція, дефлектори. На газопроводі є свічки для скидання газу.

1.7 Колонка заправки автомобілів, що працюють на зрідженому газі

Зріджений газ поступає системою трубопроводів до колонки заправки автомобілів. Колонка обладнана запірною арматурою і швидкісним клапаном на вході рідкої фази, заправним шлангом, заправною головкою, зворотним клапаном на виході газоподібної фази.

Відомості про системи автоматичного регулювання, блокування, сигналізації, протиаварійного і протипожежного захисту та інших засобів безпеки Вузол та колонки зливу зрідженого газу із автомобільних цистерн до бази зберігання. Автомобільні цистерни обладнанні запобіжними клапанами, які відкриваються в разі підвищення тиску в цистерні більш ніж 1,84 МПа (18,4 кгс/см²). Цистерна обладнана рядом приладів КВП для виміру: рівня; температури; тиску.

Для запобігання викиду газу при зриві зливних гнучких трубопроводів при перекачуванні цистерна обладнана швидкісними клапанами, що встановлено на трубопроводах рідкої та газової фази до запірних клапанів.

База зберігання зрідженого газу (підземна).

Всі ємності для зберігання зрідженого вуглеводневого газу «пропан-бутан» працюють під надлишковим тиском до 1,6 МПа (16 кгс/см²) обладнані наступними пристроями, системами контролю та безпеки:

- система попередження підвищення тиску в ємності більш ніж 1,84 МПа (18,4 кгс/см²) за допомогою двох запобіжних клапанів;
- системи контролю рівня в ємності;

Для виміру тиску підземні ємності обладнані манометрами.

Для виміру температури зрідженого газу, ємність обладнана термометром.

Для попередження впливу на ємності зовнішніх факторів застосовано техноло- гічне рішення - підземне заглиблення ємностей.

Заземлення - передбачено загальний заземлюючий пристрій для заземлення електроустаткування, громовідводу та захисту від статичної електрики. До загального заземлюючого пристрою приєднуються: струмовідводи від громовід- водів, резервуари бази зберігання, та технологічні трубопроводи.

Захист від блискавки передбачено по II категорії за допомогою установки гро- мовідводу.

На ГНП обов'язково передбачено гучномовний зв'язок, телефон.

На території ГНП в нашому випадку знаходиться підземне пожежне во- доймище, ємністю 50 м³. ГНП оснащено системою пожежної сигналізації, по- жежними щитами. Електричною схемою передбачено блокування з вмиканням аварійної вентиляції в разі перевищення відсоткового змісту газу в повітряної суміші та одночасного відключення технологічного устаткування.

Основне устаткування газонаповнювального пункту, в якому знаходяться небезпечні речовини відносяться до наступних видів устаткування:

- ємнісне для зберігання та накопичування речовин;
- насосне для транспортування (перекачування) рідких речовин (зрідженого газу);

Найменування устаткування та основного матеріалу, з якого воно виготовлено, кількість одиниць, призначення та коротка технічна характеристика приведено в експлікації основного устаткування газонаповнювального пункту зрідженого газу надано у додатку Д.

1.8 Загальні відомості про підприємство

Калинівська філія «ВІННИЦЯГАЗ» розташована по вул. Незалежності, 40. Виробництво на проммайданчику відноситься до IV класу небезпеки з розміром нормативної санітарно-захисної зони 100 м.

Проммайданчик Калинівської філії «ВІННИЦЯГАЗ» містить в своєму складі залізничну колію, базу зберігання, насосно-компресорне відділення та наповнювальні колонки. План-схема Калинівського газонаповнювального пункту зображена у додатку Б.

Залізнична колія з естакадою та одним зливним пристроєм для зливання з залізничних цистерн в резервуари бази зберігання; злив проводиться трьома зливними рукавами: два рукава рідкої фази скрапленого вуглеводневого газу(СВГ) та один – парової фази СВГ; база зберігання з двома резервуарами з робочою місткістю 50 м³, загальний об'єм зберігання 100 м³ (два резервуари по 50 м³); резервуари встановлені надземно на фундаментах; після зливу газ потрапляє в резервуари зберігання; насосно-компресорне відділення, де встановлено три насоси НСГ-5/150 і дві компресорні установки 2 ГУ 0.5-1/11-160. Компресори використовуються для всовування парів СВГ із резервуарів і нагнітання в цистерни, звідки рідка фаза СВГ видавлюється і насосами подається в резервуари зберігання. Також насосами подається рідка фаза на заповнення автоцистерн через наповнювальні колонки. Наповнювальні колонки для наповнення автоцистерн СВГ в кількості – дві колонки [1].

При роботі газонаповнювального пункту в атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Їх

хімічні формули та вміст у скрапленому вуглеводневому газі показані у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Перелік забруднюючих речовин, їх хімічні формули та вміст у СВГ

№ п/п	Найменування речовин	Тип речовини	Хімічна формула	Вміст у СВГ, %
1	Пропан	Газ	C_3H_8	60,74
2	Бутан	Газ	C_4H_{10}	33,85
3	Етан	Газ	C_2H_6	3,2
4	Метан	Газ	CH_4	1,01
5	Етилмеркаптан	Аерозоль	C_2H_5SH	0,013
6	Сірководень	Газ	H_2S	0,003

1.9 Джерела викидів забруднюючих речовин

Джерелами викидів забруднюючих речовин на підприємстві є:

При зливі СВГ з залізничної цистерни використовується два рукави рідкої фази СВГ та один рукав парової фази СВГ. Під час від'єднання рукавів в атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. При наливі СВГ в автоцистерни використовується рукав рідкої фази СВГ та рукав парової фази СВГ. Під час від'єднання рукавів в атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

При наливі СВГ в автоцистерни використовується рукав рідкої фази СВГ та рукав парової фази СВГ. Під час від'єднання рукавів в атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

При зберіганні СВГ в ємностях 1 і 2 відбувається природне випаровування. Викид проходить через дві металеві свічі (дихальні клапани). В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

На резервуарах ємностей 1 і 2 розміщені чотири запобіжні клапани. Щомісячно проходить перевірка клапанів методом підриву. Викид СВГ

здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Щомісячно проходить перевірка трубопроводів рідкої фази СВГ. Кількість трубопроводів, що перевіряються, дорівнює вісьмом. Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Щомісячно проходить перевірка клапанів на конденсатозбірниках (залпове джерело). Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 Секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Щомісячно проходить перевірка клапанів на насосах. Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Викид СВГ здійснюється і під час ремонту насосів. На протязі року кожен насос ремонтується один раз. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Викид здійснюється під час ремонту компресорів. На протязі року кожен компресор ремонтується один раз. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Викид здійснюється під час опосвідчення резервуарів. Опосвідчення проводиться один раз в чотири роки. Викид проходить через дихальні клапани резервуарів. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень

Викид здійснюється під час дренажу резервуарів. Дренаж проводиться один раз в місяць. Викид проходить через дихальні клапани резервуарів. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень [1].

1.10 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

В історії розвитку підприємства був створений промисловий майданчик №1, який містив викиди №1-35, але в процесі розвитку підприємства був запущений в експлуатацію проммайданчик №2 із джерелами викидів №36-72. У

зв'язку з зменшенням потужності підприємства проммайданчик №1 був виведений з експлуатації.

Перелік усіх забруднюючих речовин, які викидаються газонаповнювальним пунктом в атмосферне повітря, їх ГДК та потужність викиду наведені в додатку В.

Джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря на проммайданчику є:

Джерело №36 - рукав №1 рідкої фази зливу, $H = 4,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №37 - рукав №2 рідкої фази зливу, $H = 4,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №38 - рукав парової фази зливу, $H = 4,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №39 - колонка №1 рукав рідкої фази, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $T = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №40 - колонка №1 рукав парової фази, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №41 - колонка №2 рукав рідкої фази, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №42 - колонка №2 рукав парової фази, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №43 - ємність №1, свіча №1, $H = 8,5$ м, $D = 0,076$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан,

бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №44 - ємність №1, свіча №2, $H = 8,5\text{м}$, $D = 0,076\text{м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №45 - ємність №2, свіча №1, $H = 8,5\text{м}$, $D = 0,076\text{м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №46 - ємність №2, свіча №2, $H = 8,5\text{м}$, $D = 0,076\text{м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №47 - ємність №1, запобіжний клапан №1, $H = 2\text{м}$, $D = 0,05\text{м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №48 - ємність №1, запобіжний клапан №2, $H = 2\text{м}$, $D = 0,05\text{м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №49 - ємність №1, запобіжний клапан №3, $H = 2\text{м}$, $D = 0,05\text{м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №50 - ємність №1, запобіжний клапан №4, $H = 2\text{м}$, $D = 0,05\text{м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №51 - ємність №2, запобіжний клапан №1, $H = 2\text{м}$, $D = 0,05\text{м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №52 - ємність №2, запобіжний клапан №2, $H = 2\text{м}$, $D = 0,05\text{м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №53 - ємність №2, запобіжний клапан №3, $H = 2\text{ м}$, $D = 0,05\text{ м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №54 - ємність №2, запобіжний клапан №4, $H = 2\text{ м}$, $D = 0,05\text{ м}$, $W = 3,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №55 - перевірка трубопроводу №1 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №56 - перевірка трубопроводу №2 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №57 - перевірка трубопроводу №3 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №58 - перевірка трубопроводу №4 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №59 - перевірка трубопроводу №5 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №60 - перевірка трубопроводу №6 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №61 - перевірка трубопроводу №7 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №62 - перевірка трубопроводу №8 рідкої фази, $H = 1\text{ м}$, $D = 0,025\text{ м}$, $W = 1,5\text{ м/с}$, $t = 20\text{ }^\circ\text{С}$. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №63 - перевірка запобіжного клапану конденсатозбірника №1, $H = 1$ м, $D = 0,025$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №64 - перевірка запобіжного клапану конденсатозбірника №2, $H = 1$ м, $D = 0,025$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Джерело №65 - перевірка запобіжного клапану насосу №1, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №66 - перевірка запобіжного клапану насосу №2, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №67 - перевірка запобіжного клапану насосу №3, $H = 0,5$ м, $D = 0,5$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №68 - ремонт насосу №1, $H = 0,5$ м, $D = 0,3$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №69 - ремонт насосу №2, $H = 0,5$ м, $D = 0,3$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №70 - ремонт насосу №3, $H = 0,5$ м, $D = 0,3$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №71 - ремонт компресору №1, $H = 0,5$ м, $D = 0,3$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

Джерело №72 - ремонт компресору №2, $H = 0,5$ м, $D = 0,3$ м, $W = 1,5$ м/с, $t = 20$ °С. Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферне повітря: пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень[1].

2 РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Розрахунок виконується згідно ГСТУ 320.00149943.016-2000 Гази вуглеводневі скраплені.

2.1 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час зливу з залізничних цистерн

Річна продуктивність складає 5000 тонн. Об'єм залізничної цистерни 75 м³ або 40,4 тонн. Кількість зливів за рік - 124 злива. Злив однієї цистерни - дві години.

2.1.1 Визначення густини рідкої та парової фази СВГ.

Густина СВГ ρ в кг/м³ визначається за формулою (ГОСТ 28656-90):

$$\rho = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\rho_i}}, \quad (2.1)$$

де: X_i - масова частка і-го компонента в суміші газів, %;

ρ_i - густина і-го компонента в суміші газів;

n - кількість компонентів СВГ.

Для розрахунків використовуємо наступні дані:

Середньорічна температура СВГ - $t_{cp} = 8,4$ °С.

Тиск газу під час зливу - $P = 0,07$ МПа (0,7 кг/м²).

Масова доля пропану - 60,74 % (П=60,74).

Масова доля бутану - 33,85 % (Б=33,85).

Густина рідкої фази пропану $\rho_{pn} = 518$ кг/м³.

Густина рідкої фази бутану $\rho_{pb} = 591$ кг/м³.

Густина рідкої фази суміші пропану і бутану розраховується по формулі:

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{\Pi}{\rho_{pp}} + \frac{Б}{\rho_{pb}}} \quad (2.2)$$

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{60,74}{518} + \frac{33,85}{591}} = \frac{100}{0,117 + 0,057} = 573,8 \text{ кг/м}^2$$

Густина парової фази пропану $\rho_{pp} = 0,98 \text{ кг/м}^2$.

Густина парової фази бутану $\rho_{pb} = 1,32 \text{ кг/м}^2$.

Густина парової фази суміші пропану і бутану розраховується по формулі:

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{\Pi}{\rho_{nn}} + \frac{Б}{\rho_{nb}}} \quad (2.3)$$

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{60,74}{0,98} + \frac{33,85}{1,32}} = \frac{100}{61,97 + 25,64} = 1,14 \text{ кг/м}^2$$

2.1.2 Розрахунок втрат при зливі.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$V_{ц} = V_{ц}^p + V_{ц}^n + V_{ц}^{nn}, \quad (2.4)$$

де $V_{ц}^p$ - втрати СВГ у рідкій фазі під час зливу з цистерн, кг;

$V_{ц}^n$ - втрати СВГ у паровій фазі під час зливу з цистерн, кг;

$V_{ц}^{nn}$ - втрати СВГ у вигляді повернення парової фази, що заповнює об'єм резервуару або цистерни під час зливу СВГ, кг (в розрахунках не враховується, залишається в цистерні).

Використовується три рукава - два рукава рідкої фази і один парової фази. Кожен рукав рахується як окреме джерело викиду.

2.1.3 Розрахунок втрат - рукав рідкої фази.

$$V_{ц}^p = N \cdot \rho_p \cdot V_{pp}, \quad (2.5)$$

де N - кількість зливно-наливних ліній під час зливу з цистерн, $N=1$;

ρ_p - густина рідкої фази СВГ, $573,8 \text{ кг/м}^2$;

V_{pp} - об'єм зливно-наливного рукава, м^3 .

$$V_{pp} = 0.785 \cdot 10^{-6} \cdot d_{pp}^2 \cdot l_{pp}, \quad (2.6)$$

де d_{pp} - внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, 32 мм ;

l_{pp} - довжина зливно-наливного рукава, $4,5 \text{ м}$;

$B_{ц}^p = 1 \cdot 573,8 \cdot 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot 32^2 \cdot 4,5 = 2,076 \text{ кг}$ при зливі однієї цистерни.

$\sum B_{ц}^p = 2,076 \cdot 124 = 257,4 \text{ кг} = 0,257 \text{ тонн/рік}$

Час від'єднання від лінії складає 30 хв . Усього 62 години в рік.

2.1.4 Розрахунок втрат - рукав парової фази.

$$B_{ц}^n = N \cdot \rho_n \cdot V_{np}, \quad (2.7)$$

де N - кількість зливно-наливних ліній під час зливу з цистерн, $N=1$;

ρ_n - густина парової фази СВГ, $1,14 \text{ кг/м}^2$;

V_{np} - об'єм зливно-наливного рукава, м^3 .

$$V_{np} = 0.785 \cdot 10^{-6} \cdot d_{np}^2 \cdot l_{np}, \quad (2.8)$$

де d_{np} - внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, 32 мм ;

l_{np} - довжина зливно-наливного рукава, $4,5 \text{ м}$;

$B_{ц}^p = 1 \cdot 1,14 \cdot 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot 32^2 \cdot 4,5 = 0,004 \text{ кг}$ при зливі однієї цистерни.

$\sum B_{ц}^p = 0,004 \cdot 124 = 0,496 \text{ кг} = 0,0049 \text{ тонн/рік}$

Час від'єднання від лінії складає 30 хв . Усього 62 години в рік.

2.2 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час наливу в автомобільні цистерни

Річна продуктивність складає 5000 тонн . Об'єм автоцистерни 8 м^3 або $4,31 \text{ тонн}$.

2.2.1 Визначення густини рідкої та парової фази СВГ.

Для розрахунків використовуємо наступні дані:

Середньорічна температура СВГ - $t_{cp} = 8,4$ °C

Тиск газу під час зливу - $P = 0,45$ МПа ($4,5$ кг/м²)

Масова доля пропану - $60,74$ % ($\Pi = 60,74$).

Масова доля бутану - $33,85$ % ($\text{Б} = 33,85$).

Густина рідкої фази пропану $\rho_{pn} = 518$ кг/м².

Густина рідкої фази бутану $\rho_{pb} = 591$ кг/м².

Густина рідкої фази суміші пропану і бутану розраховується за формулою (2.2):

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{60,74}{518} + \frac{33,85}{591}} = \frac{100}{0,117 + 0,057} = 573,8 \text{ кг/м}^2$$

Густина парової фази пропану $\rho_{pn} = 8,86$ кг/м².

Густина парової фази бутану $\rho_{pb} = 11,74$ кг/м².

Густина парової фази суміші пропану і бутану розраховується за формулою (2.3):

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{60,74}{8,86} + \frac{33,85}{11,74}} = \frac{100}{6,86 + 2,88} = 10,27 \text{ кг/м}^2$$

2.2.2 Розрахунок втрат при наливі - колонка №1.

Річний оборот колонки №1 2500 тонн. Об'єм автоцистерни 8 м³ або 4,31 тонн. Кількість наливів за рік - 580 наливів. Налив однієї автоцистерни - двадцять хвилин. Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$V_a = V_{ap} + V_{an}, \quad (2.9)$$

де V_{ap} - втрати СВГ у рідкій фазі під час наливу в автоцистерни, кг;

V_{an} - втрати СВГ у паровій фазі під час наливу в автоцистерни, кг;

Використовується два рукави - рукав рідкої фази і рукав парової фази. Кожен рукав рахується як окреме джерело викиду.

2.2.3 Розрахунок втрат - рукав рідкої фази.

$$B_{ap} = N \cdot \rho_p \cdot V_{pp} \quad (2.10)$$

де N - кількість зливно-наливних ліній під час наливу в автоцистерну, $N=1$;

ρ_p — густина рідкої фази СВГ, 573,8 кг/м³;

V_{pp} - об'єм зливно-наливного рукава, м³.

$$V_{pp} = 0.785 \cdot 10^{-6} \cdot d_{pp}^2 \cdot l_{pp} \quad (2.11)$$

де d_{pp} - внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, 32 мм;

l_{pp} - довжина зливно-наливного рукава, 0,2м;

$B_{ap} = 1 \cdot 573,8 \cdot 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot 32^2 \cdot 0,2 = 0,09$ кг при наливі однієї автоцистерни.

$$\sum B_{ap} = 0,09 \cdot 580 = 52,2 \text{ кг} = 0,052 \text{ тонн/рік}$$

Час від'єднання складає 3 хв. Усього 29 годин в рік.

2.2.4 Розрахунок втрат - рукав парової фази.

$$B_{ap} = N \cdot \rho_{п} \cdot V_{pp} \quad (2.12)$$

де N - кількість зливно-наливних ліній під час наливу в автоцистерну, $N=1$;

$\rho_{п}$ — густина рідкої фази СВГ, 10,27 кг/м³;

V_{pp} - об'єм зливно-наливного рукава, м³.

Розрахунок виконуємо за формулою (2.11):

$$V_{pp} = 0.785 \cdot 10^{-6} \cdot d_{pp}^2 \cdot l_{pp}$$

де d_{pp} - внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, 32 мм;

l_{pp} - довжина зливно-наливного рукава, 0,2м;

$V_{\text{ан}} = 1 \cdot 10,27 \cdot 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot 32^2 \cdot 0,2 = 0,0017 \text{ кг}$ при наливі однієї автоцистерни.

$$\sum V_{\text{ан}} = 0,0017 \cdot 580 = 1,00 \text{ кг} = 0,001 \text{ тонн/рік}$$

Час від'єднання складає 3 хв. Усього 29 годин в рік.

2.2.5 Розрахунок втрат при наливі - колонка №2.

Річний оборот колонки №1 2500 тонн. Об'єм автоцистерни 8 м³ або 4,31 тонн. Кількість наливів за рік - 580 наливів. Налив однієї автоцистерни - двадцять хвилин. Розрахунок втрат виконуємо по формулі (2.9):

$$V_a = V_{\text{ар}} + V_{\text{ан}}$$

де: $V_{\text{ар}}$ - втрати СВГ у рідкій фазі під час наливу в автоцистерни, кг;

$V_{\text{ан}}$ - втрати СВГ у паровій фазі під час наливу в автоцистерни, кг;

Використовується два рукави - рукав рідкої фази і рукав парової фази. Кожен рукав рахується як окреме джерело викиду.

2.2.6 Розрахунок втрат - рукав рідкої фази.

Розрахунок втрат рукава рідкої фази розраховуємо за формулою (2.10):

$$V_{\text{ар}} = N \cdot \rho_p \cdot V_{\text{рр}}$$

де N - кількість зливно-наливних ліній під час наливу в автоцистерну, $N=1$;

ρ_p — густина рідкої фази СВГ, 573,8 кг/м³;

$V_{\text{рр}}$ - об'єм зливно-наливного рукава, м³.

Розрахунок виконуємо за формулою (2.11):

$$V_{\text{рр}} = 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot d_{\text{рр}}^2 \cdot l_{\text{рр}}$$

де $d_{\text{рр}}$ - внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, 32 мм;

$l_{\text{рр}}$ - довжина зливно-наливного рукава, 0,2м;

$V_{\text{ар}} = 1 \cdot 573,8 \cdot 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot 32^2 \cdot 0,2 = 0,09 \text{ кг}$ при наливі однієї автоцистерни.

$$\sum B_{ap} = 0,09 \cdot 580 = 52,2 \text{ кг} = 0,052 \text{ тонн/рік}$$

Час від'єднання складає 3 хв. Усього 29 годин в рік.

2.2.7 Розрахунок втрат - рукав парової фази.

Розрахунок втрат рукава парової фази розраховуємо за формулою (2.12):

$$B_{ap} = N \cdot \rho_{п} \cdot V_{рп}$$

де N - кількість зливно-наливних ліній під час наливу в автоцистерну,
 $N=1$;

$\rho_{п}$ — густина рідкої фази СВГ, 10,27 кг/м³;

$V_{рп}$ - об'єм зливно-наливного рукава, м³.

Розрахунок виконуємо за формулою 2.11:

$$V_{рп} = 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot d_{рп}^2 \cdot l_{рп}$$

де $d_{рп}$ - внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, 32 мм;

$l_{рп}$ - довжина зливно-наливного рукава, 0,2 м;

$B_{ap} = 1 \cdot 10,27 \cdot 0,785 \cdot 10^{-6} \cdot 32^2 \cdot 0,2 = 0,0017 \text{ кг}$ при наливі однієї автоцистерни.

$$\sum B_{ap} = 0,0017 \cdot 580 = 1,00 \text{ кг} = 0,001 \text{ тонн/рік}$$

Час від'єднання складає 3 хв. Усього 29 годин в рік.

2.3 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час зберігання СВГ

Річна продуктивність складає 5000 тонн або 8730 м³.

2.3.1 Визначення густини рідкої фази СВГ.

Для визначення густини рідкої фази СВГ використовуємо наступні дані:

Середньорічна температура СВГ - $t_{cp} = 8,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Масова доля пропану – 60,74 % (П=60,74).

Масова доля бутану – 33,85 % (Б=33,85).

Густина рідкої фази пропану $\rho_{pn} = 518 \text{ кг/м}^3$.

Густина рідкої фази бутану $\rho_{pb} = 591 \text{ кг/м}^3$.

Густина рідкої фази суміші пропану і бутану розраховується за формулою (2.2):

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{60,74}{518} + \frac{33,85}{591}} = \frac{100}{0,117 + 0,057} = 573,8 \text{ кг/м}^3$$

2.3.2 Розрахунок втрат при зберіганні – ємність №1.

Річний оборот ємності №1 2500 тонн або 4365 м³. Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$B_{зб} = 0,001 \cdot H_{зб} \cdot V_{зб} \cdot \rho_p, \text{ кг} \quad (2.13)$$

де $H_{зб}$ - норма природних втрат під час зберігання СВГ, кг/т за добу,
 $H_{зб} = 17,3 \cdot 10^{-2} \text{ кг/т}$;

$V_{зб}$ - об'єм рідкої фази СВГ у ємності, в якій він зберігається, м³,
 $V_{зб} = 50,0$;

$$B_{зб} = 0,001 \cdot 17,3 \cdot 10^{-2} \cdot 50,0 \cdot 573,8 = 4,96 \text{ кг/добу}$$

Річний час зберігання 365 днів:

$$B_{зб} = 4,96 \cdot 365 = 1810 \text{ кг/рік} = 1,81 \text{ т/рік}$$

2.3.3 Розрахунок втрат при зберіганні - ємність №2.

Річний оборот ємності №1 2500 тонн або 4365 м³. Розрахунок втрат виконуємо по формулі (2.13):

$$B_{зб} = 0,001 \cdot H_{зб} \cdot V_{зб} \cdot \rho_p, \text{ кг}$$

де $H_{зб}$ - норма природних втрат під час зберігання СВГ, кг/т за добу,
 $H_{зб} = 17,3 \cdot 10^{-2} \text{ кг/т}$;

$V_{зб}$ - об'єм рідкої фази СВГ у ємності, в якій він зберігається, м³,
 $V_{зб} = 50,0$;

$$B_{36} = 0,001 \cdot 17,3 \cdot 10^{-2} \cdot 50,0 \cdot 573,8 = 4,96 \text{ кг/добу}$$

Річний час зберігання 365 діб:

$$B_{36} = 4,96 \cdot 365 = 1810 \text{ кг/рік} = 1,81 \text{ т/рік}$$

2.4 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час перевірки запобіжних клапанів на ємностях

На одній ємності розміщено чотири запобіжні клапани.

2.4.1 Визначення густини парової фази СВГ.

Густина парової фази СВГ розраховується за наступними даними:

Середньорічна температура СВГ - $t_{cp} = 8,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тиск газу - $P = 1,6 \text{ МПа}$ (16 кг/м^2).

Масова доля пропану - $60,74 \%$ ($\Pi = 60,74$).

Масова доля бутану - $33,85 \%$ ($\text{Б} = 33,85$).

Густина парової фази пропану $\rho_{\text{пр}} = 31,15 \text{ кг/м}^2$.

Густина парової фази бутану $\rho_{\text{бг}} = 42,11 \text{ кг/м}^2$.

Густина парової фази суміші пропану і бутану розраховується за формулою (2.3):

$$\rho_{\text{п}} = \frac{100}{\frac{60,74}{31,15} + \frac{33,85}{42,11}} = \frac{100}{1,95 + 0,8} = 36,36 \text{ кг/м}^2$$

2.4.2 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - ємність №1.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$B_{\text{зап}} = 3,16 \cdot \alpha \cdot F \cdot V \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_{\text{п}}}, \text{ кг} \quad (2.14)$$

де α - коефіцієнт втрати газу, $0,1$;

F - площа найменшого перерізу поточної частини сідла клапану, см^2 - $7,06$;

V - коефіцієнт, 0,486.

P_1 - максимальний надмірний тиск перед запобіжним клапаном, МПа, 1,6.

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot 0,1 \cdot 7,06 \cdot 0,486 \cdot \sqrt{(1,6 + 0,1) \cdot 36,36} = 8,52 \text{ кг/годину}$$

Час перевірки одного клапана - 0,00014 години.

Річний час перевірки одного клапану $0,00014 \cdot 12 = 0,0017$ годин

$V_{\text{клап}} = 8,52 \cdot 0,00014 = 0,0012$ кг - викид від одної перевірки одного клапану.

На протязі року кожен клапан перевіряється дванадцять разів:

$$\sum V_{\text{зап}} = 0,0012 \cdot 4 \cdot 12 = 0,058 \text{ кг/рік} = 0,000058 \text{ т/рік}$$

2.4.3 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - ємність №2.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі (2.14):

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot \alpha \cdot F \cdot V \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_n}, \text{ кг}$$

де α - коефіцієнт втрати газу, 0,1;

F - площа найменшого перерізу поточної частини сідла клапану, см^2 - 7,06;

V - коефіцієнт, 0,486.

P_1 - максимальний надмірний тиск перед запобіжним клапаном, МПа, 1,6.

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot 0,1 \cdot 7,06 \cdot 0,486 \cdot \sqrt{(1,6 + 0,1) \cdot 36,36} = 8,52 \text{ кг/годину}$$

Час перевірки одного клапана - 0,00014 години.

Річний час перевірки одного клапану $0,00014 \cdot 12 = 0,0017$ годин

$V_{\text{клап}} = 8,52 \cdot 0,00014 = 0,0012$ кг - викид від одної перевірки одного клапану.

На протязі року кожен клапан перевіряється дванадцять разів:

$$\sum V_{\text{зап}} = 0,0012 \cdot 4 \cdot 12 = 0,058 \text{ кг/рік} = 0,000058 \text{ т/рік}$$

2.5 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час перевірки трубопроводів

2.5.1 Визначення густини рідкої фази СВГ.

Густина рідкої фази СВГ визначається за наступними даними:

Середньорічна температура СВГ - $t_{cp} = 8,4 \text{ } ^\circ\text{C}$

Масова доля пропану - 60,74 % (П=60,74).

Масова доля бутану - 33,85 % (Б=33,85).

Густина рідкої фази пропану $\rho_{pn} = 518 \text{ кг/м}^2$.

Густина рідкої фази бутану $\rho_{pb} = 591 \text{ кг/м}^2$.

Густина рідкої фази суміші пропану і бутану визначається за формулою (2.2):

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{60,74}{518} + \frac{33,85}{591}} = \frac{100}{0,117 + 0,057} = 573,8 \text{ кг/м}^2$$

2.5.2 Розрахунок втрат при перевірці.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$B_{за} = B_{за}^p + B_{за}^n + B_{за}^{mn}, \quad (2.15)$$

де $B_{за}^p$ - втрати СВГ у рідкій фазі під час звільнення трубопроводу, кг;

$B_{за}^n$ - втрати СВГ у паровій фазі під час звільнення трубопроводу, кг;

$B_{за}^{mn}$ - втрати СВГ у паровій фазі під час продувки після ремонту трубопроводу, кг.

Втрати СВГ у рідкій фазі під час звільнення трубопроводу розраховують за формулою:

$$B_{за}^p = \rho_p \cdot V_{pp}, \quad (2.16)$$

де ρ_p - густина рідкої фази СВГ, 573,8 кг/м²;

V_{pp} - об'єм рідкої фази, який необхідно звільнити, 0,012 м³.

$V_{\text{за}}^{\text{P}} = 573.8 \cdot 0.012 = 6.89$ кг при перевірці одної ділянки трубопроводу.

Час перевірки одної ділянки трубопроводу - 0,00014 години. Річний час перевірки одної ділянки трубопроводу дорівнює:

$$0,00014 \cdot 12 = 0,0017 \text{ години}$$

$V_{\text{за}}^{\text{P}} = 6.89 \cdot 0.00014 = 0.00096$ - викид від одної перевірки одної ділянки трубопроводу.

На протязі року кожен ділянку перевіряють дванадцять разів:

$$V_{\text{за}}^{\text{P}} \sum = 0.00096 \cdot 12 = 0.012 \text{ кг/рік} = 0,000012 \text{ т/рік}$$

Всього налічується вісім ділянок трубопроводів рідкої фази, що перевіряються. Загальний викид СВГ від перевірки складає:

$$V_{\text{за}}^{\text{P}} \sum = 0.00012 \cdot 8 = 0.000096 \text{ т/рік.}$$

2.6 Розрахунок викидів шкідливих речовин під час перевірки запобіжних клапанів на конденсатозбірниках

2.6.1 Визначення густини парової фази СВГ.

Густина парової фази СВГ визначається за наступними даними:

Середньорічна температура СВГ - $t_{\text{cp}} = 8,4$ °C

Тиск газу - $P = 0,4$ МПа ($4,0$ кг/м²)

Масова доля пропану - 60,74 % ($\Pi = 60,74$).

Масова доля бутану - 33,85 % ($\text{Б} = 33,85$).

Густина парової фази пропану $\rho_{\text{пр}} = 7,85$ кг/м².

Густина парової фази бутану $\rho_{\text{бг}} = 10,49$ кг/м².

Густина парової фази суміші пропану і бутану розраховується за формулою (2.3):

$$\rho_{\text{п}} = \frac{100}{\frac{60,74}{7,85} + \frac{33,85}{10,49}} = \frac{100}{7,74 + 3,23} = 9,12 \text{ кг/м}^2$$

2.6.2 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - конденсатозбірник

№1.

Розрахунок втрат від запобіжних клапанів виконуємо по формулі (2.14):

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot \alpha \cdot F \cdot V \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_{\text{п}}}, \text{ кг}$$

де α - коефіцієнт втрати газу, 0,1;

F - площа найменшого перерізу поточної частини сідла клапану, см^2 - 3,46;

V - коефіцієнт, 0,50.

P_1 - максимальний надмірний тиск перед запобіжним клапаном, МПа, 0,4.

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot 0,1 \cdot 3,46 \cdot 0,50 \cdot \sqrt{(0,4 + 0,1) \cdot 9,12} = 1,17 \text{ кг/Годину}$$

Час перевірки одного клапана - 0,00014 години.

Річний час перевірки одного клапану $0,00014 \cdot 12 = 0,0017$ годин

$V_{\text{клап}} = 1,17 \cdot 0,00014 = 0,0016$ кг - викид від одної перевірки одного клапану.

На протязі року кожен клапан перевіряється дванадцять разів:

$$\sum V_{\text{зап}} = 0,0016 \cdot 4 \cdot 12 = 0,0077 \text{ кг/рік} = 0,0000077 \text{ т/рік}$$

2.6.3 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів - конденсатозбірник

№2.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі (2.14):

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot \alpha \cdot F \cdot V \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_{\text{п}}}, \text{ кг}$$

де α - коефіцієнт втрати газу, 0,1;

F - площа найменшого перерізу поточної частини сідла клапану, см^2 - 3,46;

V - коефіцієнт, 0,50.

P_1 - максимальний надмірний тиск перед запобіжним клапаном, МПа, 0,4.

$$B_{\text{зап}} = 3,16 \cdot 0,1 \cdot 3,46 \cdot 0,50 \cdot \sqrt{(0,4 + 0,1) \cdot 9,12} = 1,17 \text{ кг/годину}$$

Час перевірки одного клапана - 0,00014 години.

Річний час перевірки одного клапану $0,00014 \cdot 12 = 0,0017$ годин.

$B_{\text{клап}} = 1,17 \cdot 0,00014 = 0,0016$ кг - викид від одної перевірки одного клапану.

На протязі року кожен клапан перевіряється дванадцять разів:

$$\sum B_{\text{зап}} = 0,0016 \cdot 4 \cdot 12 = 0,0077 \text{ кг/рік} = 0,0000077 \text{ т/рік}$$

2.7 Розрахунок викидів шкідливих речовин від насосно - компресорного відділення

2.7.1 Визначення густини парової фази СВГ.

Густина парової фази СВГ визначається за наступними даними:

Середньорічна температура СВГ - $t_{\text{cp}} = 8,4$ °С

Тиск газу під час зливу - $P = 0,4$ МПа ($4,0$ кг/м²)

Масова доля пропану - 60,74 % ($\Pi = 60,74$).

Масова доля бутану - 33,85 % ($\text{Б} = 33,85$).

Густина рідкої фази суміші пропану і бутану розраховується по формулі (2.2):

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{60,74}{518} + \frac{33,85}{591}} = \frac{100}{0,117 + 0,057} = 573,8 \text{ кг/м}^2$$

Густина парової фази пропану $\rho_{\text{пр}} = 7,85$ кг/м².

Густина парової фази бутану $\rho_{\text{но}} = 10,49$ кг/м².

Густина парової фази суміші пропану і бутану розраховується по формулі (2.3):

$$\rho_{\text{п}} = \frac{100}{\frac{60,74}{7,85} + \frac{33,85}{10,49}} = \frac{100}{7,74 + 3,23} = 9,12 \text{ кг/м}^2$$

2.7.2 Розрахунок втрат від запобіжних клапанів.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі (2.14):

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot \alpha \cdot F \cdot V \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_{\text{п}}}, \text{ кг}$$

де α - коефіцієнт втрати газу, 0,1;

F - площа найменшого перерізу поточної частини сідла клапану, см^2 - 3,46;

V - коефіцієнт, 0,50.

P_1 - максимальний надмірний тиск перед запобіжним клапаном, МПа, 0,4.

$$V_{\text{зап}} = 3,16 \cdot 0,1 \cdot 3,46 \cdot 0,50 \cdot \sqrt{(0,4 + 0,1) \cdot 9,12} = 1,17 \text{ кг/годину}$$

Час перевірки одного клапана - 0,00014 години.

Річний час перевірки одного клапану $0,00014 \cdot 12 = 0,0017$ годин

$V_{\text{клап}} = 1,17 \cdot 0,00014 = 0,0016$ кг - викид від одної перевірки одного клапану.

На протязі року кожен клапан перевіряється дванадцять разів:

$$\sum V_{\text{зап}} = 0,0016 \cdot 4 \cdot 12 = 0,0077 \text{ кг/рік} = 0,0000077 \text{ т/рік}$$

Всього три клапани, що перевіряються. Викид від кожного клапану однаковий. Загальний викид СВГ від перевірки складає:

$$\sum V_{\text{клап}} = 0,0000077 \cdot 3 = 0,000023 \text{ т/рік}$$

2.7.3 Розрахунок втрат при ремонті насосів.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$V_{\text{к}} = \rho_{\text{р}} \cdot V_{\text{н}} + 3 \cdot \rho_{\text{п}} \cdot V_{\text{н}}, \quad (2.17)$$

де $\rho_{\text{р}}$ - густина рідкої фази СВГ, 573,8 кг/м^3 ;

$V_{\text{н}}$ - об'єм порожнини помпи і трубопроводу до запірної арматури, 0,01 м^3 .

$V_k = 1 \cdot 573,8 \cdot 0,01 + 3 \cdot 9,12 \cdot 0,01 = 6,01$ кг при ремонті одного насосу. Час викиду при ремонті одного насосу – 5 секунд – 0,0014 години (один ремонт в рік). Викид від ремонту одного насосу:

$$V_n = 6,01 \cdot 0,0014 = 0,0084 \text{ кг/рік} = 0,0000084 \text{ т/рік}$$

Всього три насоси, що ремонтуються. Викид від кожного насосу однаковий. Загальний викид СВГ від ремонту насосів складає:

$$\sum V_n = 0,0000084 \cdot 3 = 0,000025 \text{ т/рік}$$

2.7.4 Розрахунок втрат при ремонті компресорів.

$$V_k = 4 \cdot \rho_n \cdot V_k, \quad (2.18)$$

де V_k - об'єм порожнини циліндра компресора і трубопроводу до запірної арматури, 0,01 м³.

$V_k = 4 \cdot 9,12 \cdot 0,01 = 0,365$ кг при ремонті одного компресора. Час викиду при ремонті одного компресора – 5 секунд – 0,0014 години (один ремонт в рік). Викид від ремонту одного компресора:

$$V_k = 0,365 \cdot 0,0014 = 0,0005 \text{ кг/рік} = 0,0000005 \text{ т/рік}$$

Всього три компресора, що ремонтуються. Викид від кожного компресора однаковий. Загальний викид СВГ від ремонту компресорів складає:

$$V_k = 0,0000005 \cdot 2 = 0,000001 \text{ т/рік}$$

2.8 Розрахунок викидів шкідливих речовин із ємностей

2.8.1 Визначення густини парової фази СВГ.

Густина парової фази СВГ визначається за наступними даними:

Середньорічна температура СВГ - $t_{cp} = 8,4$ °С.

Тиск газу - $P = 0,4$ МПа (4,0 кг/м²).

Масова доля пропану - 60,74 % (П=60,74).

Масова доля бутану - 33,85 % (Б=33,85).

Густина парової фази пропану і бутану розраховується по формулі (2.3):

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{60,74}{7,85} + \frac{33,85}{10,49}} = \frac{100}{7,74 + 3,23} = 9,12 \text{ кг/м}^2$$

2.8.2 Розрахунок втрат ємності №1.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі:

$$B_p = \rho_n \cdot V, \quad (2.19)$$

де V – об'єм ємності, 50 м^3 .

$$B_p = 9,12 \cdot 50 = 456 \text{ кг} = 0,456 \text{ т}$$

Час викиду – 2 години.

2.8.3 Розрахунок втрат ємності №2.

Розрахунок втрат виконуємо по формулі (2.19):

$$B_p = \rho_n \cdot V$$

де V – об'єм ємності, 50 м^3 .

$$B_p = 9,12 \cdot 50 = 456 \text{ кг} = 0,456 \text{ т}$$

Час викиду – 2 години [1].

3 ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ КАЛИНІВСЬКОГО ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНОГО ПУНКТУ ВАТ «ВІННИЦЯГАЗ»

Створення й впровадження у виробництво нових ефективних природоохоронних технологій - актуальна задача для всіх структурних підрозділів вітчизняної газотранспортної системи. Для Калинівського газонаповнювального пункту я пропоную такі методи, як: захист від корозії, автоматизація системи формування звітності, очищення газу за характером протікання фізико-хімічних процесів (абсорбційні, каталітичні, адсорбційні)[2].

3.1 Захист від корозії

Одним із шляхів підвищення екологічної безпеки газотранспортної системи України є комплексний захист газопроводів від корозії. Прикладом власного діагностування технічного стану та ефективності протикорозійного захисту газопроводів є УМГ «Донбастрансгаз» [3].

Для здійснення постійного моніторингу корозійного стану трубопроводів і об'єктів газотранспортної системи у 1998 р. в управлінні було створено спеціалізовану лабораторію. Вона разом із відділом захисту трубопроводів від корозії розробила весь необхідний пакет науково-технічної документації і затвердила її у Держстандарті й Дежнаглядохоронпраці. У цей пакет увійшли методики вимірів та інструкції, необхідні для проходження лабораторією державної атестації, а також забезпечення її функціонування на території України.

Під час проведення комплексних обстежень протикорозійного стану газопроводів, електровимірювальних та інших робіт фахівці лабораторії використовують прилади як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Це мультиметри, які пройшли атестацію в органах Держстандарту України і мають відповідні_свідоцтва.

При проведенні електрометричного обстеження лінійної частоти газопроводів фахівці лабораторії використовують метод повздовжнього градієнта, який разом з локалізацією місця пошкоджень ізоляційного покриття дає змогу визначити і захисні потенціали на трубі газопроводу по всій його довжині. Але у деяких випадках умови проходження траси газопроводів (крізь поля з сільськогосподарськими культурами – соняшником та кукурудзою, зарості дерев та чагарнику) сильно ускладнюють або зовсім унеможливають обстеження траси цими методами. Також і в зонах блукаючих струмів, які часто трапляються на газопроводах у районах скупчення шахт та залізниць, метод повздовжнього градієнта може спотворювати результати вимірів. Тому в таких умовах використовують пошукові комплекси «К-4ОМ» або шукач пошкоджень «Універсал – 911», які працюють за методом Персона і з достатньою точністю визначають місця пошкодження ізоляційного покриття газопроводу[4].

3.2 Автоматизація системи формування звітності

Значним досягненням галузі є впровадження автоматизованої системи формування звітності. Досвід її експлуатації показав, що вона ефективна, дає змогу скоротити час формування звітів, підвищити достовірність звітних показників, поліпшити процес планування робіт. Звітні матеріали можна ефективно використовувати при аналізі екологічно-моніторингових досліджень з метою коригування останніх.

Важливим є проведення диспетчерських нарад, на яких спеціалісти обмінюються досвідом, вирішують спільні питання, узгоджують графіки проведення ремонтних робіт, визначають найбільш небезпечні ділянки і об'єкти для проведення екологічних паспортизацій, екологічних аудитів і екологічних експертиз.

Проведення диспетчерських нарад та участь у них значно покращує взаєморозуміння між спеціалістами диспетчерських підрозділів газотранспортних компаній, поглиблює взаємодію між ними, підвищує їхню

інформованість і кваліфікацію і, що не менш важливо, дає змогу значно скоротити вартість виконання самих робіт та підвищити рівень екологічної безпеки.

Домовленості, досягнуті під час диспетчерських нарад, покликані оптимізувати роботу національних газотранспортних систем та підвищити їх надійність.

Коли суттєво підніметься рівень екологізації виробництва, зменшиться його ресурсо – та енергомісткість, зменшиться можливість виникнення аварій[5].

У ході аналізу існуючих виробничих проблем, вирішення яких потребує певного комплексу екологічних заходів з оптимізацією відповідних технологічних процесів. Україна проводить дослідно-конструкторські та експериментальні роботи з очистки газових середовищ від тіолів (меркаптанів). Мета таких робіт - вирішення проблеми нейтралізації газових викидів, що утворюється на газонаповнювальних пунктах[6].

3.3 Очищення повітряно-газової суміші

Складність поставленої задачі обумовлена високою об'ємною концентрацією одоранту в газі, що має підлягати очистці. Водночас технологія повинна забезпечувати майже кількісне вилучення меркаптанів і задовольняти всім необхідним вимогам експлуатації промислового обладнання на об'єктах з підвищеним ступенем небезпеки.

На даний час у літературі описано і використовується в промисловій практиці багато методів очистки газів від домішки меркаптанів, які можна розділити на такі групи:

- абсорбційні, які полягають у вилученні R-SH за рахунок їх розчинення в органічних або неорганічних розчинниках;
- каталітичні, які полягають в перетворенні R-SH у нетоксичні продукти на поверхні каталізатора;

- адсорбційні, які основані на вилученні R-SH твердими поглиначами - адсорбентами (природні та синтетичні цеоліти, активоване вугілля, силікагелі, алюмогелі) [7].

3.3.1 Абсорбція.

Абсорбція – фізико-хімічний процес поглинання речовин з розчинів чи сумішей газів твердими тілами або рідинами з утворенням розчинів. При абсорбції поглинання речовини відбувається всім об'ємом поглинача. Абсорбція знаходить широке застосування в техніці, головним чином для розділення газоподібних сумішей на складові частини шляхом розчинення одного чи декількох компонентів цієї суміші в рідині, яка називається абсорбентом. Фізична сутність процесу абсорбції пояснюється плівковою теорією, згідно з якою при стиканні рідини і газоподібних речовин на поверхні розділення обох фаз утворюються рідинна і газова плівки. Розчинний в рідині компонент газоподібної суміші проникає шляхом дифузії спочатку крізь газову плівку, а потім крізь рідинну і надходить у внутрішні шари адсорбенту. Для здійснення дифузії необхідно, щоб концентрація розчиненого компонента в газовій суміші перевищувала його рівновагову концентрацію над рідиною. Якщо концентрація розчинного компонента в газоподібній суміші менша його рівновагової концентрації над рідиною, дифузія відбувається у зворотному напрямку. В цьому випадку замість поглинання розчиненого компонента відбувається виділення його з розчину в газоподібному стані. Такий процес називається десорбцією і застосовується в техніці для витягання поглинених речовин з абсорбенту[8].

Типова схема промислової абсорбційної установки наведена на рисунку 3.1. Апарат дня розділення суміші газів на складові частини шляхом розчинення одного чи декількох компонентів цієї суміші в рідині називається абсорбером. Звичайний абсорбер, який називають також скруббером, – це металева чи керамічна колона діаметром до 6 м і висотою до 40 м з декількома горизонтальними решітками, на яких розміщена насадка, що збільшує повер-

хню стикання рідини і газів. Найбільш розповсюдженими насадками є куски коксу, каміння та металеві чи керамічні кільця. Суміш газів подається в нижню частину колони і піднімається вгору. Назустріч їй насадками стікає вниз абсорбент, внаслідок чого один або декілька газів цієї суміші розчиняються в рідині. Нерозчинені складові частини газової суміші видаляються з абсорбера через вихідний патрубок, а рідина витікає трубопроводом.

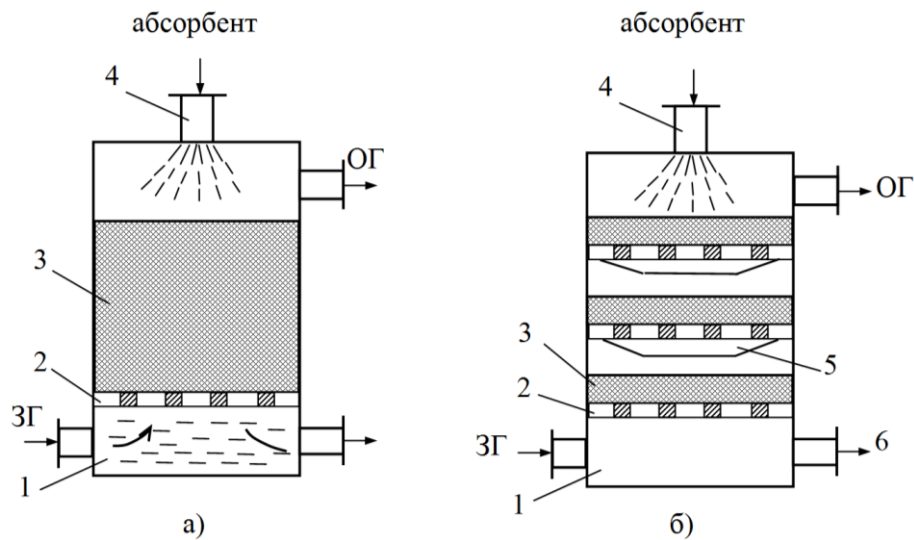


Рисунок 3.1 – Схема абсорбера:

1 – корпус; 2 – горизонтальні решітки; 3 – насадки; 4 – підведення абсорбенту; 5 – перерозподільний пристрій для рідини; 6 – виведення абсорбенту

Вирішальною умовою при виборі абсорбенту є розчинність в ньому витягнуваного компонента та її залежність від температури і тиску. Якщо розчинність газів при 0°C і парціальному тиску складає сотні грамів на 1 кг розчинника, то такі гази називають добре розчинними.

Для видалення з технологічних викидів таких газів, як аміак, хлористий чи фтористий водень доцільно застосовувати як поглинальну рідину воду, тому що розчинність їх у воді складає сотні грамів на 1 кг H_2O . При поглинанні ж з газів сірчаного ангідриду чи хлору витрати води будуть значними, тому що розчинність їх складає соті частки грама на 1 кг води. В деяких спеціальних випадках замість води застосовують водні розчини таких хімічних речовин, як

сірчана кислота (для вловлювання водяних парів), в'язкі масла (для вловлювання ароматичних вуглеводнів із коксового газу) тощо[9].

Контакт газового потоку з рідким розчинником здійснюється пропусканням газового потоку через насадкову колону (рис. 3.1), або розпиленням рідини чи барботажем газу через шар абсорбувальної рідини. Залежно від реалізованого способу контакту газ – рідина розрізняють:

- насадкові башти: форсункові, відцентрові скрубери;
- барботажно-пінні скрубери.

Розрахунок абсорбера складається з визначення об'ємних витрат поглинальної рідини Q_p , необхідної поверхні дотику газу з рідиною і параметрів допоміжних апаратів (потужність насосів, розмір баків тощо).

Об'ємні витрати поглинальної рідини розраховують з рівняння матеріального балансу процесу абсорбції – маса поглиненого компоненту m , г/с, яка видалена з очищуваного газу, повинна бути рівна масі цього компоненту, яка перейшла в рідину:

$$m = Q(y_1 - y_2) = Q_p(x_2 - x_1), \quad (3.1)$$

де Q – об'ємні витрати газу, який очищається, м³/с;

x_1 і x_2 – початкова і кінцева концентрації газового компоненту в поглинальній рідині, г/м³;

y_1 і y_2 – початкова і кінцева концентрації газоподібного компоненту в газі, який очищається, г/м³.

Необхідну поверхню дотику газу S , м², з рідиною визначають за формулою:

$$S = 10^3 m / (K_a \cdot \Delta P_{cp}), \quad (3.2)$$

де K_a – коефіцієнт абсорбції (коефіцієнт масопередачі), кг/(м² год. Па); ΔP_{cp} – середня рухома сила абсорбції, Па.

Коефіцієнт абсорбції характеризує швидкість розчинення газового компоненту в рідині й визначається загальним опором дифузії цього компоненту через газову і рідинну плівки. Для добре розчинних газів значення

коефіцієнта абсорбції можна визначити за формулою, яка запропонована І. Л. Пейсаховим:

$$Ka = \frac{53,7 \cdot 10^6 \cdot M \cdot V^{0,75} (0,0011T - 0,18)^{0,25}}{(13,7 + \sqrt{V})d_e^{0,25}}, \quad (3.3)$$

де M – молекулярна маса компонента, який поглинається, кг; V – швидкість газу у вільному перерізі скрубера, м/с; T – абсолютна температура газу, К; d_e – еквівалентний діаметр насадки, рівний збільшеному вчетверо значенню живого перерізу насадки, поділеного на її питому поверхню, м.

Рухома сила абсорбції рівна різниці парціального тиску компонента, який поглинається в газовій фазі, та рівноважного парціального тиску цього компонента над поглинальною рідиною. Для підрахунку середньої рухомої сили абсорбції необхідно знайти середньоарифметичне значення рухомої сили абсорбції виходячи з її значення на вході та виході з апарата. Якщо ці значення відрізняються більше як в два рази, то ΔP_{cp} , Па, необхідно підрахувати як середню логарифмічну величину:

$$\Delta P_{cp} = \frac{(P_r' - P_p') - (P_r'' - P_p'')}{\ln[(P_r' - P_p')(P_r'' - P_p'')]}, \quad (3.4)$$

де P_r' і P_r'' – відповідний парціальний тиск компонента, який поглинається в газовій фазі на вході та виході з апарата, Па;

P_p' і P_p'' – відповідно парціальний рівноваговий тиск компонента, який поглинається над рідиною на вході та виході з апарата, Па.

Слід мати на увазі, що при протитечії (газ і рідина рухаються назустріч один одному) значення ΔP_{cp} більше, ніж при прямотечії (газ і рідина рухаються в одну сторону). Отже, протитечія вигідніша, тому що для її здійснення необхідна апаратура меншого розміру. Прямотечію доцільно застосовувати, коли рівноваговий тиск компонента, який поглинається, над рідиною дуже малий і майже не збільшується при розчиненні газового компонента. Звичайно це здійснюється в тих випадках, коли компонент газу, який розчиняється, вступає

в реакцію з рідиною чи її компонентами (хемосорбція). Прямотечія особливо неефективна для погано розчинних газів [10].

3.3.2 Каталітичні методи.

Каталітичні методи є найперспективнішими для процесів очищення відхідних газів. Вони засновані на взаємодії шкідливих домішок з одним із компонентів, присутніх в очищуваному газі, й перетворенні їх в нейтральні речовини або в з'єднання, які легко видаляються з газової суміші. Причому речовини, які приймають активну участь у хімічній реакції (каталізатори), залишаються незмінними після закінчення процесу. Перевага каталітичних процесів очищення в тому, що вони компактні, високопродуктивні, стабільно забезпечують високий ступінь очищення. До недоліків слід віднести високу вартість каталізаторів і неможливість утилізувати домішки з відхідних газів, які в більшості випадків розкладаються на нейтральні продукти і викидаються в атмосферу з відхідними газами.

Залежно від агрегатного стану речовин, які приймають участь в каталізі, каталітичні процеси поділяють на гомогенні та гетерогенні. Від виду каталізу залежить технологія очищення і вибір обладнання.

При гомогенному каталізі каталізатор і реагуючі речовини знаходяться в одній фазі, наприклад, газовій. При гетерогенному каталізі каталізатор і реагуючі речовини знаходяться в різних фазах. Звичайно при очищенні газів від домішок як каталізатори використовують тверді речовини.

Питання про те, які реакції й в присутності яких речовин можуть збуджуватися, залишається вирішеним не повністю, тому багато питань підбору каталізаторів і проведення каталізу до останнього часу вирішуються практично [11].

Як каталізатори, можуть бути використані різні речовини як в чистому вигляді, так і у вигляді з'єднань, які, не входячи в кінцеві продукти хімічної реакції, змінюють її швидкість. Промислові каталізатори повинні мати такі властивості:

- висока активність і селективність відносно даної реакції;
- велика хімічна стійкість до каталізаторних отрут;
- низька температура запалення, великий температурний інтервал роботи, термічна стійкість і підвищена теплопровідність;
- висока механічна міцність;
- бути дешевими при виготовленні.

В більшості випадків каталізаторами можуть бути метали (платина, паладій та інші благородні метали) або їх з'єднання (оксиди міді, марганцю тощо). Каталізаторна маса звичайно виконується у вигляді шарів, кілець, пластин чи проволоки, звитої в спіраль з ніхрому, нікелю, окислу амонію з нанесеними на їх поверхню (соті частки % до маси каталізатора) благородними металами. Наприклад, каталізатори, розроблені НПОГАЗом, дозволяють при температурі 350...420°C і швидкості знешкодження 30000...60000 год.⁻¹ практично повністю окисляти домішки етилену, пропілену, бутану, пропану, ацетальгіду, спиртів (метилового, етилового, пропилового тощо), ацетону, етилацетону, бензолу, толуолу, ксилолу та інших, виконані у вигляді ніхромової проволоки 0,4...0,5 мм, звитої в спіраль діаметром 4...5 мм з нанесеними на її поверхню у вигляді активної плівки платиною і паладієм.

Сучасні контактні апарати, які використовуються для проведення каталітичних процесів в промисловості, повинні бути високопродуктивними, забезпечувати безперервність процесу при оптимальних технологічних процесах, бути легкими в управлінні, піддаватися автоматизації та управлінню за допомогою ПК.

За способом взаємодії газів з каталізатором контактні апарати поділяються на апарати:

- з фільтрувальним шаром каталізатора;
- з завислим (киплячим) шаром каталізатора;
- з пиловидним каталізатором [12].

3.3.3 Адсорбція.

Адсорбція – поглинання якої-небудь речовини з газоподібної суміші чи розчину поверхневим шаром рідини або твердого тіла. Речовина, на поверхні якої проходить адсорбція, називається адсорбентом, а та, що поглинається з об'ємної фази, – адсорбатом. Залежно від характеру взаємодії між молекулою адсорбату і адсорбентом адсорбцію прийнято поділяти на фізичну адсорбцію і хемосорбцію. Фізична адсорбція обумовлена силами міжмолекулярної взаємодії, які зв'язують молекули в рідинах і деяких кристалах, та проявляється в поведінці сильно стиснутих газів. При хемосорбції молекули адсорбату і адсорбенту утворюють хімічні з'єднання. Часто адсорбція обумовлена як фізичними так і хімічними силами, тому не існує чіткої границі між фізичною адсорбцією і хемосорбцією.

Установки, в яких здійснюють адсорбцію, називаються адсорберами. Існують адсорбери періодичної та безперервної дії. В адсорберах періодичної дії газова суміш, з якої повинні бути витягнуті деякі компоненти, надходить через патрубок в адсорбер (рис. 3.2), проходить через шар пористого адсорбенту, розташованого на горизонтальній решітці, і видаляється з апарата через патрубок. Після насичення адсорбенту, яке визначається початком проскакування компоненту, що поглинається, проводиться десорбція. Шар адсорбенту прогрівається паром, який надходить через патрубок. При цьому з адсорбенту відганяються пари витягнутих речовин, які відводяться через патрубок на конденсацію і наступну переробку. Потім адсорбент сушать гарячим паром і після охолодження повторюють цикл процесу.

В промисловості звичайно застосовують установки безперервної дії. Вони складаються з двох і більше описаних вище адсорберів, які по чергово включаються для адсорбції газів. Після насичення адсорбенту в першому адсорбері подачу газу переключають на другий, а в першому в цей час проводять десорбцію, сушку і охолодження, після чого його переключають на цикл поглинання, а другий адсорбер на десорбцію, сушку і охолодження.

В адсорберах безперервної дії (їх називають гіперсорбери) зернистий адсорбент переміщується вертикальною колоною, у верхній частині якої проходить адсорбція, а в нижній – десорбція під дією нагрівання.

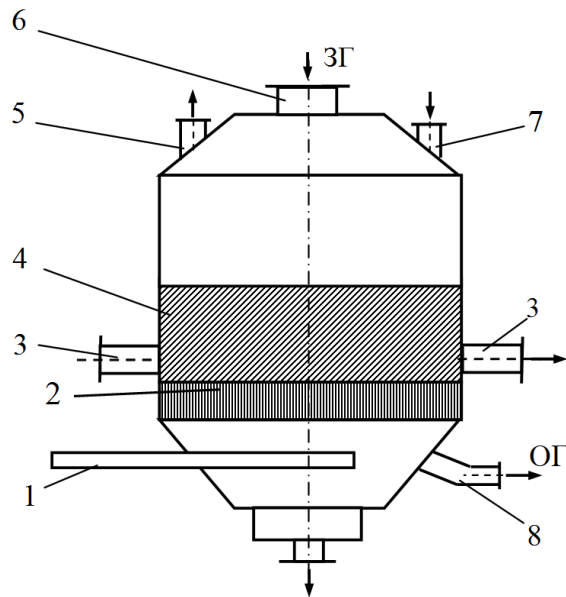


Рисунок 3.2 – Адсорбер періодичної дії:

1 – штуцер для відведення конденсату; 2 – решітка; 3 – люки для вивантаження адсорбенту; 4 – адсорбент; 5 – штуцер для відведення парів при десорбції; 6 – патрубок для підведення забрудненого газу; 7 – люк для завантаження адсорбенту; 8 – штуцер для відведення очищеного газу та повітря під час регенерації.

Крім гіперсорберів застосовують адсорбери безперервної дії з киплячим шаром адсорбенту (рис. 3.3). В корпусі 1 одноступеневого адсорбера встановлена розподільна решітка 2, через яку знизу подається газ, що приводить дрібнозернистий адсорбент в стан киплячого шару 3. Адсорбент безперервно надходить зверху і видаляється через трубу 5 на десорбцію.

До промислових адсорбентів пред'являють такі вимоги: вони повинні бути з великою динамічною ємністю (часом захисної дії), великою питомою поверхнею, вибірністю адсорбції, термічною і механічною стійкістю, здібністю до регенерації, простотою виготовлення, дешевизною.

Для адсорбційного очищення газів в промисловості частіше всього застосовують такі пористі адсорбенти: активоване вугілля, силікагелі, цеоліти,

глинисті матеріали, пористе скло тощо. Всі вони по-різному відповідають перерахованим вимогам і при їх виборі враховують найбільшу активність відносно компоненту, який треба вилучити.

Одним із основних параметрів при виборі адсорбенту є адсорбційна здатність до компоненту, який вилучається. Адсорбційна здатність, чи маса речовини a , яка поглинається одиницею маси адсорбенту в довільний момент часу, залежить від концентрації адсорбованої речовини (парціального тиску P , P_a) біля поверхні адсорбенту, загальної площі цієї поверхні, фізичних, хімічних та електричних властивостей адсорбованої речовини і адсорбенту, температурних умов та наявності інших домішок.

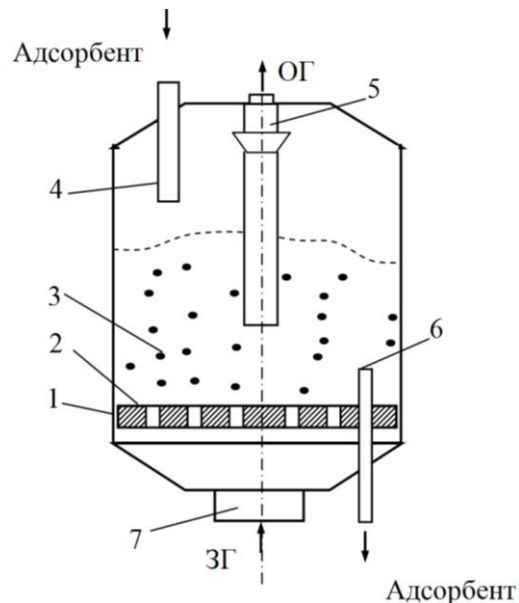


Рисунок 3.3 – Адсорбер з киплячим шаром адсорбенту:

1 – циліндричний корпус з конусом знизу; 2 – розподільна решітка;
3 – адсорбент; 4 – патрубок для введення адсорбенту; 5 – пристрій для виведення очищеного газу; 6 – патрубок для виведення адсорбенту; 7 – штуцер для подачі забрудненого газу

Як характеристики адсорбційних властивостей пористих тіл використовують залежність адсорбційної здатності від парціального тиску газового компоненту, який поглинається при постійній температурі (ізотерма адсорбції):

$$\alpha = \varphi(P) \quad \text{при} \quad T = \text{const}$$

На рис. 3.4 зображені типи ізотерм адсорбції для різних адсорбентів. У всіх випадках адсорбційна здатність сорбенту збільшується при підвищенні тиску адсорбата, але характер цього збільшення різний. Випукла ізотерма 1 специфічна для адсорбції на дрібнодисперсних сорбентах, які застосовуються для очищення газової суміші при малому парціальному тиску компонентів, які вилучаються, і для осушування. Ізотерма 2 типова для непористих адсорбентів при полімолекулярній фізичній адсорбції. Ізотерма 3 спостерігається на адсорбентах з розвинутою системою великих і середніх пор. Ці сорбенти доцільно застосовувати для вилучення летких газів при парціальному тиску, близькому до тиску насичення [13].

В основі інженерно-технічного розрахунку адсорбційного методу очищення знаходиться сітка кривих, що відображає рівновагу компоненту, який поглинається адсорбентом, тобто сітка ізотерм адсорбції 3.

На рис. 3.5 зображені ізотерми адсорбції SO_2 на активованому вугіллі СКТ в діапазоні температур від 20 до 150°C.

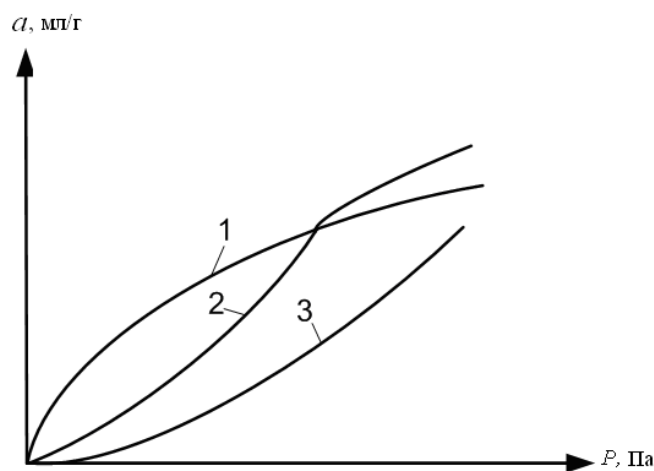


Рисунок 3.4 – Ізотерми адсорбції

Як видно, зі збільшенням температури відбувається зниження адсорбційної здатності активованого вугілля. На цій властивості адсорбентів заснований процес їх регенерації. Регенерацію здійснюють нагріванням насиченого адсорбенту до температури, вищої за робочу, або продуванням його паром чи гарячим газом.

При проектуванні адсорбера використовують такі початкові дані: об'ємні витрати очищеного газу G , м³/с, концентрацію домішок, які витягуються C' , мг/м³, і тиск відхідних газів P , Па. У результаті розрахунку визначають необхідну масу адсорбенту, конструктивні розміри, гідравлічний опір апарата і тривалість захисної дії адсорбера.

На першому етапі розрахунку і проектування адсорбера вибирають робочу температуру і тип сорбенту. Для збільшення адсорбційної здібності сорбенту робочу температуру, як правило, вибирають мінімально можливою. Вибір типу сорбенту проводиться за ізотермами адсорбції при робочих параметрах температури і концентрації домішок з умови мінімальної маси сорбенту.

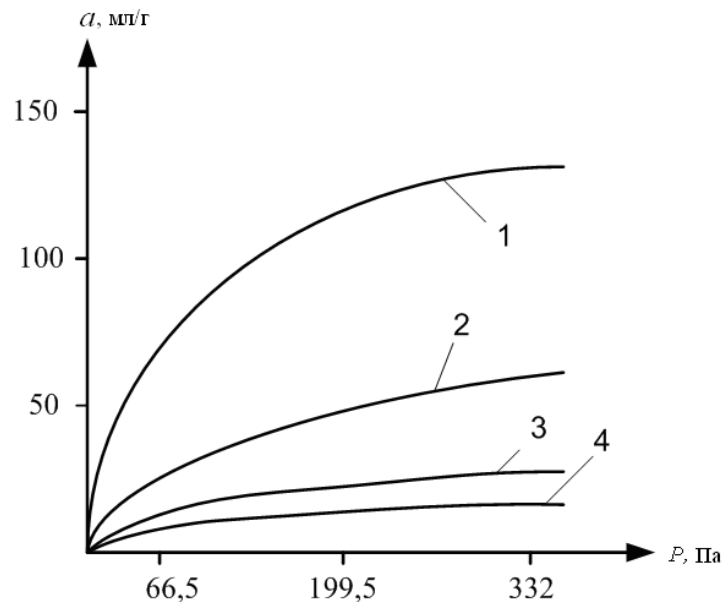


Рисунок 3.5 – Ізотерми адсорбції SO_2 на активованому вугіллі СКТ при різних температурах, °С: 1 – 20; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150

Мінімальну необхідну масу сорбенту m_a , г/с, визначають з рівняння матеріального балансу за компонентом, який вловлюється:

$$m_a = 10^3 \frac{Q \cdot c' \cdot \tau}{a_\infty} \cdot K_3, \quad (3.5)$$

де a_∞ – статична поглинальна здібність адсорбенту в робочих умовах, мг/г адсорбенту;

τ – час процесу адсорбції, с;

K_3 – коефіцієнт запасу, рівний 1,1...1,2.

Швидкість потоку газу в адсорбері V , м/с, розраховують, виходячи з допустимого падіння тиску ΔP , Па, в адсорбері:

$$V = \sqrt{\frac{4K_{\Phi} \cdot \Delta P \cdot d_e \cdot \Pi_H^3 \cdot \rho_H \cdot Q}{3\xi \cdot \rho(1 - \Pi_H) \cdot m_0}}, \quad (3.6)$$

де $K_{\Phi} = 1,5 \cdot d_e \cdot l_3 (l_3 + 0,5d_3)^{-1} \cdot (1,5 \cdot d_3^2 l_3)^{-1,3}$ – коефіцієнт форми зерна сорбенту, який враховує нерівномірну доступність всієї поверхні зерна потоку газу;

d_e – еквівалентний діаметр зерна сорбенту, м, для циліндричних зерен довжиною l_3 діаметром d_3 рівний

$$d_e = \frac{\Pi_H \cdot d_3 \cdot l_3}{(1 - \Pi_H)(0,5d_3 + l_3)}, \quad (3.7)$$

$\Pi_H = (\rho_y - \rho_n) / \rho_y$ – пористість шару сорбенту визначається через уявну ρ_y і насипну ρ_n густину сорбенту;

ξ – коефіцієнт гідравлічного опору, який визначається залежно від режиму течії газу: при $Re < 50$ $\xi = 220 / Re$; при $50 \leq Re \leq 7200$ $\xi = 11,6 / Re^{0,25}$, тут $Re = v \cdot d_e \cdot \rho / \mu$ – критерій Рейнольдса. Звичайно, виходячи з умов здійснення необхідного часу контакту газу з сорбентом і мінімальних гідравлічних опорів;

v – швидкість газу, приймається рівною 0,15...0,5 м/с .

Геометричні розміри адсорбера (діаметр D , м, і довжина L , м, шару адсорбенту) підраховуються за формулами:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v \cdot \Pi_H}}, \quad L = \frac{4m_0}{\pi \cdot \rho_H \cdot D^2}, \quad (3.8)$$

Час захисної дії адсорбера визначається, виходячи з характеру кривої ізотерми адсорбції. Для області ізотерми адсорбції, в якій діє закон Генрі $\alpha = \Gamma \cdot \tau$, де Γ – безрозмірний коефіцієнт Генрі, рівний відношенню кількості адсорбованої речовини α_0 до початкової концентрації речовини в газовому потоці C' ; тривалість адсорбції τ , с, визначають за формулою:

$$\tau = L \sqrt{\frac{60\Gamma}{\nu}} - B \sqrt{\frac{\Gamma}{\beta \cdot S_n}}, \quad (3.9)$$

де $S_n = 4/I - \Pi_n / (d_3 - l_3)^{-1} (0,5d_3 - l_3)$ – питома поверхня адсорбенту, $\text{м}^2/\text{м}^3$;

B – коефіцієнт, залежний від співвідношення речовини, яка поглинається в газовому потоці на виході та вході адсорбера (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнтів B

C''/C'	B	C''/C'	B	C''/C'	B
0,005	1,84	0,1	0,94	0,5	0,07
0,01	1,67	0,2	0,63	0,6	- 0,10
0,03	1,35	0,3	0,42	0,8	- 0,27
0,05	1,19	0,4	0,23	0,9	- 0,68

Коефіцієнт масопередачі β , с^{-1} визначають залежно від режиму течії газу:

$$\beta = 0,838 Re^{0,47} \cdot \rho_r^{0,35} \cdot \frac{D_\delta}{d_e^2}, \quad \text{при } Re < 30 \quad (3.10)$$

$$\beta = 0,53 Re^{0,64} \cdot \rho_r^{0,33} \cdot \frac{D_\delta}{d_e^2}, \quad \text{при } 30 < Re < 50 \quad (3.11)$$

де $\rho_\chi = \mu / D_\delta$ – дифузійний критерій Прандтля;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості газу при робочих умовах, $\text{Па} \cdot \text{с}$;

$D_\delta = D_0 (T/T_0)^{1,5} \cdot (P_0/P)$ – коефіцієнт дифузії газу, який вловлюється в повітрі, $\text{м}^2/\text{с}$;

D_0 – коефіцієнт дифузії при $T_0 = 273 \text{ }^\circ\text{К}$ і $P_0 = 101,3 \text{ кПа}$.

Для області ізотерми адсорбції, в якій дотримується рівняння Ленгмюра:

$\alpha = AB\tau(1 + A\tau)^{-1}$, де A і B – константи, які залежать від властивостей адсорбенту і адсорбованої речовини. Тривалість адсорбції τ , с , визначається за формулою:

$$\tau = \frac{60a_0}{\nu \cdot c'} \left\{ L_a - \frac{\nu}{60\beta S_n} \left[\frac{c'}{c_1} - \ln\left(\frac{c'}{c''} - 1\right) + \ln\left(\frac{c'}{c''} - 1\right) \right] \right\}, \quad (3.12)$$

де c_1 – вміст речовини в газовому потоці, рівноважний з кількістю речовини, рівній половині a_∞ , кг/м³.

Для області ізотерми адсорбції, де величина адсорбції практично не залежить від вмісту речовини в газовому потоці (тобто $a \approx B$), тривалість адсорбції τ , с, визначають за формулою:

$$\tau = \frac{60a_0}{v \cdot c'} \left[La - \frac{v}{60\beta S_n} \cdot \ln\left(\frac{c'}{c''} - 1\right) \right], \quad (3.13)$$

Якщо одержаний час захисної дії адсорбера відрізняється від заданого τ на величину $\Delta\tau$, то довжину апарата L_0 , м, змінюють на величину

$$\Delta L_0 = \frac{Q \cdot c' \cdot \Delta\tau}{\rho_n \cdot S_n \cdot a_\infty}, \quad (3.14)$$

і перераховують масу сорбенту.

Адсорбція ефективна при видаленні великих концентрацій забруднювальних речовин (при цьому необхідна висока адсорбційна ємність чи велика маса адсорбенту). В тих випадках, коли концентрації забруднювачів невеликі й обробленню підлягає велика кількість повітря, адсорбція може виявитися ефективною для видалення летких вуглеводнів і органічних розчинників. Цей метод застосовується у випадках, коли необхідна гарантована рекуперація достатньо цінних домішок, коли треба видалити пари отруйних речовин і канцерогенів, які передбачаються [14].

3.4 Застосування очищувального устаткування на газонаповнювальному пункті міста Калинівка

Всі вищезазначені методи орієнтовані на знешкодження газових викидів з невеликою концентрацією меркаптанів. У технологічних процесах одоризації природного газу на підприємствах магістральних газопроводів утворюються газові викиди, які містять великі кількості тіолів (меркаптанів), в основному

етилмеркаптану (C_2H_5SH). З даних таблиці 3.2 видно, що при температурах 20-25 °С концентрація етилмеркаптану в насичених парах складає 1 500-1 900 г/м³.

Таблиця 3.2 - Тиск насичених парів і концентрація в насичених парах етилмеркаптану за різних температур

Температура, °С	0,4	5,3	10,1	15,0	19,9	24,9	29,9	35,0
Тиск насичених парів парів, мм рт. ст.	187,6	233,72	289,1	325,2	433,5	525,9	633,0	760,0
Концентрація етилмеркаптану, г/м ³	683,0	851,1	1 052,8	1 220,7	1 578,0	1915,0	2 305,4	2 767,9

Гранично допустима концентрація етилмеркаптану в повітрі робочої зони становить 1 мг/м³, тобто в $(1,5-2,0) \cdot 10^6$ разів менша, ніж у газових викидах [15].

Після проведення низки лабораторних досліджень перевагу здобув адсорбційний метод нейтралізації парів меркаптанів, який виявився найбільш привабливим щодо відповідності технічним, екологічним, виробничим й економічним вимогам. Основним технологічним елементом у такому методі є адсорбент - речовина, призначена для поглинання й утримування парів одоранту. Критеріями, якими керувались при підборі типу адсорбенту, були:

- висока адсорбційна ємність у широкому інтервалі температур;
- селективність;
- високий ступінь очистки;
- незворотність процесу адсорбції;
- безпечність технологій виготовлення, нейтралізації, переробки й утилізації адсорбенту;
- відсутність помітного виділення тепла в процесі очистки [16].

Розглянувши різні способи очищення повітряно-газових викидів в атмосферне повітря для задоволення потреб в очисному обладнанні використаємо промисловий зразок адсорбера «АДМ-50».

Нейтралізатор парів одоранту «Адсорбер АДМ-50» - технологічний пристрій для знешкодження газових викидів одоранту (етилмеркаптану або суміші природних меркаптанів), які утворюються в ході технологічних процесів - заправок витратних баків та підземної ємності одорантом на газорозподільних станціях (ГРС). Схема адсорбера «АДМ-50» зображена на рисунку 3.6.

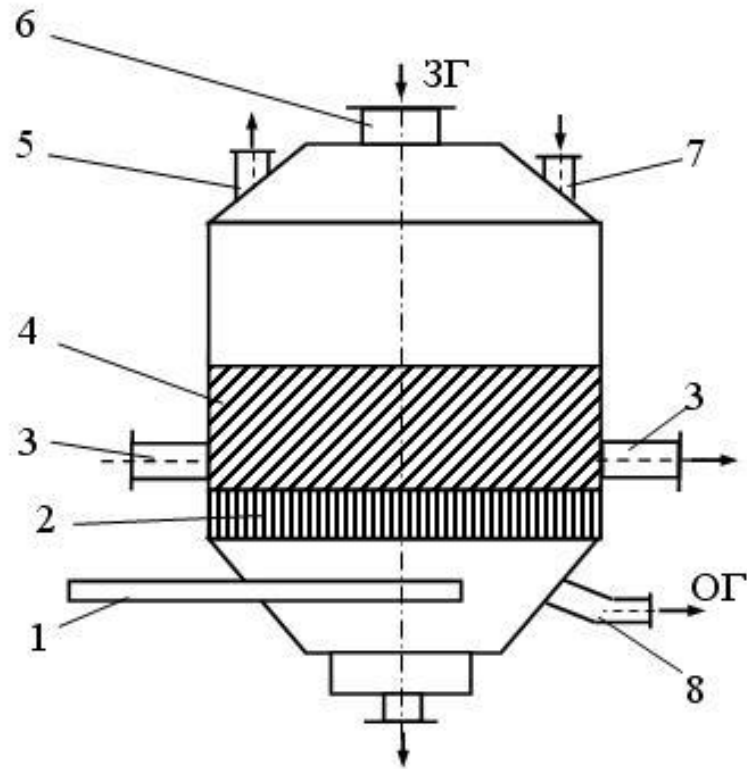


Рисунок 3.6 – Схема адсорбера «АДМ-50»:

1 – штуцер для відведення конденсату; 2 – решітка; 3 – люки для вивантаження адсорбенту; 4 – адсорбент; 5 – штуцер для відведення парів при десорбції; 6 – патрубок для підведення забрудненого газу; 7 – люк для завантаження адсорбенту; 8 – штуцер для відведення очищеного газу та повітря під час регенерації

Нейтралізатор АДМ-50 являє собою герметичну посудину з робочим об'ємом 50 дм³ (об'єм активної зони адсорбції), в якому міститься поглинаюча речовина - адсорбент. Технічні характеристики адсорбера «АДМ-50» показані у таблиці 3.3 [17].

Процес нейтралізації одоранту полягає ось у чому: при проходженні газової суміші метану і одоранту крізь шар адсорбенту відбувається активне вибіркоче поглинання меркаптанів, метан виходить у незмінному стані. В ході нейтралізації даним (адсорбційним) методом не утворюються шкідливі вторинні продукти хімічних реакцій та не протікають неконтрольовані екзотермічні процеси, тому таку технологію очистки можна вважати цілком природоохоронною й безпечною для використання на об'єктах МГ.

Виріб «Адсорбер АДМ-50» випускається двох типів: «Адсорбер АДМ-50а» та «Адсорбер АДМ-50с». Відмінність між ними полягає в якісно-кількісних показниках очищення метану від одоранту. Вона пов'язана з використанням різних типів адсорбентів - марки «А» та марки «С» (відповідно адсорбер АДМ-50а та АДМ-50с).

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики адсорбера «АДМ-50»

Характеристики, параметри	Тип адсорбера	
	АДМ-50а	АДМ-50с
Робочий або умовний тиск, МПа (кгс/см ²)	0,07 (0,7)	
Розрахунковий тиск, МПа (кгс/см ²)	0,48 (4,8)	
Пробний тиск, МПа (кгс/см ²)	0,6 (6,0)	
Внутрішній діаметр, мм	360	
Висота, мм	675	
Найменування робочого середовища	Газова суміш метану та	
Внутрішній об'єм, м ³	0,05	
Маса корпусу адсорбера, кг	10,7±0,2	
Маса адсорбера (з адсорбентом), кг	30,7±0,2	35,7±0,2
Коефіцієнт гідравлічного опору при дельта P = 0,07 МПа, не більше	7 000	7 000
Поглинаюча здатність (динамічна адсорбційна ємність по парах етилмеркаптану), кг	7,0	4,0

Адсорбер АДМ-50а містить адсорбент (тип «А»), який здатний поглинати пари меркаптанів у більшій кількості, ніж адсорбент адсорберу АДМ-50с, але ступінь очистки в літній сезон експлуатації виробу при значному підвищенні середньодобової температури може декілька знижуватися. Тому експлуатація

адсорбера АДМ-50а потребує послідовного встановлення другого адсорбера АДМ-50а або АДМ-50с з метою запобігання сезонному зниженню ефективності очистки.

Адсорбер АДМ-50с у порівнянні з АДМ-50а має вищі якісні показники очистки, отже, адсорбери такого типу слід розташовувати на завершальній стадії очистки - на місці другого адсорбера в послідовній схемі підключення або самостійно на малопотужних газорозподільних станціях.

Нейтралізатор містить індикатор для візуального контролю за робочим станом поглинаючої речовини та своєчасної заміни адсорбера.

Після того, як відбудеться повне насичення одорантом поглинаючої речовини, адсорбер замінюється на новий, а використаний підлягає спеціальним фізико-хімічним процесам утилізації поглинутих меркаптанів.

Зміст наступного етапу робіт полягав у проведенні циклу приймальних випробувань дослідних зразків нейтралізаторів та визначенні експлуатаційних характеристик адсорберів протягом року. Результатом випробувань стало впровадження виробів у промислову експлуатацію на об'єктах ГРС «Бердичів» та ГРС «Боярка». Також були підтверджені заявлені технічні характеристики в процесі дослідної експлуатації та позитивний ефект у цілому від упровадження нової технології [18].

На даний час уводиться в експлуатацію установочна партія нейтралізаторів і планується проведення комплексу кваліфікаційних випробувань. У науково-дослідній сфері діяльності активно тривають пошукові роботи щодо вдосконалення технології утилізації в напрямках безвідходної переробки та багаторазового використання адсорбенту, зменшення витрат на переробку. Останні результати таких робіт показали можливість отримання й відновлення фізико-хімічних властивостей поглинутих адсорбентом меркаптанів. Таким чином, з'являється технологічна можливість вторинного використання одоранту [19,20].

3.5 Екологічні проблеми одоризації природного газу

Етилмеркаптан є одним із перших промислових одорантів. Етантиол або етилмеркаптан — органічна сполука, представник ряду тіолів складу C_2H_5SH . Основним недоліком є його хімічна нестабільність. Вона проявляється у тому, що речовина легко окислюється, і може взаємодіяти із оксидами феруму (утворюються під час корозії внутрішньої частини труби) з утворенням диетиленсульфіду. Як відомо у дисульфідів запах виражений у меншій мірі, ніж у етилмеркаптана, тому це знижує експлуатаційні властивості одоранту [4].

Ще однією із головних проблем є дотримання вимог до одорантів, таких як: наявність різкого запаху, який має викликати у людини стан тривоги; бути неагресивним по відношенню до металів; інертним по відношенню до природного газу; мало розчинним у воді; а також мати низьку собівартість виробництва [5].

Існує проблема пошуку так званого «ідеального» одоранту з низьким вмістом сірки (або ж без неї взагалі). Як одним із варіантів вирішення екологічних проблем розглядається можливість заміни суміші природних меркаптанів (СПМ) на перспективні речовини, які б можна було використовувати для процесу одоризації [7]. У європейських країнах в якості одорантів використовуються меркаптани або ж сульфідів; найпоширеніші серед них наведено у табл. 3.4 [8].

Сьогодні для одоризації використовується етилмеркаптан $C_2H_5SH(C_2H_6S)$ і СПМ.

За характером впливу на організм людини меркаптани відносяться до 1-3 класів небезпечності шкідливих речовин [16], [17]. Зокрема, тіоли (меркаптани) — це сполуки, які мають загальну формулу $R-SH$. Вони є аналогами спиртів. Їх розглядають як подібні сірководню H_2S речовини, в якому один атом водню замінений вуглеводневим залишком [16].

За номенклатурою IUPAC назву тіолів утворюють при додаванні закінчення — «тіол» до назви алкану, якщо група $-SH$ є головною групою. А

якщо ця група неголовна, тоді застосовується префікс «меркапто-» Наприклад, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$ – етантіол, а $\text{HS-CH}_2\text{-COOH}$ – меркаптооцтова кислота.

Таблиця 3.4 – Одоранти європейських країн

Країна	Одорант	Частка одоранта в газотранспортній системі, %
Австрія	Тетрагідротіофен	93
Чехія	Тетрабутилмеркаптан+ диметилсульфід	90
Німеччина	Тетрагідротіофен	55-70
Швейцарія	Тетрагідротіофен	100
Іспанія	Тетрагідротіофен	100
Франція	Тетрагідротіофен	100
Нідерланди	Тетрагідротіофен	100
Норвегія	Тетрагідротіофен	100
Польща	Тетрагідротіофен	100
Угорщина	Тетрагідротіофен+ тетрабутилмеркаптан	100
Ірландія	Тетрабутилмеркаптан+ диметилсульфід	100
Італія	Тетрагідротіофен	50
	Тетрабутилмеркаптан+ізопропілмеркаптан+N-пропілмеркаптан	50
Швеція	Тетрагідротіофен	99
Великобританія	Тетрабутилмеркаптан+диметилсульфід	100

Одним із найбільш використовуваних представників тіолів є етантіол. Сполука складається із 2 атомів вуглецю, 6 атомів водню та 1 атома сірки. При стандартних умовах є безбарвною, легкою рідиною із дуже неприємним запахом. Етилмеркаптан перебуває у природі як компонент нафти, є одним із продуктів гниття; також його виділяють деякі види устриць.

За винятком газоподібного метилмеркаптану інші тіоли – рідини або тверді речовини. Їх температури кипіння вищі, ніж у відповідних кисневопохідних. Це пояснюється тим, що атоми сірки завдяки меншій електронегативності та більшому радіусу атома, порівняно з атомом Оксигену, не схильні до утворення водневих зв'язків. Як наслідок, тіоли є менш розчинними у воді, ніж спирти та феноли.

Меркаптани – токсичні речовини із надзвичайно неприємним запахом, який помітний навіть у незначних кількостях. Наприклад, гранична допустима концентрація (ГДК) для виявлення етилмеркаптану за запахом становить $\text{ГДК} = 4,6 \cdot 10^{(-8)} \text{ мг/л}$.

Етилмеркаптан є рідиною з неприємним запахом. Зв'язок S-H менш полярний, ніж зв'язок O-H, тому водневі зв'язки для них є слабкішими в порівнянні із спиртами. Електронна система атома сірки рухливіша, ніж кисню. Крім того, електронодонорні властивості сірки вищі, ніж кисню внаслідок зростання атомного радіуса і віддаленості електронів від ядра. Тому реакційна здатність тіолів визначається іонізацією S-H зв'язку та нуклеофільними властивостями атома сірки.

Кислотність тіолів на 4-5 порядків вища, ніж алканолів через те, що pK_a для етантіолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ складає 10,6, а для етилового спирту $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – 15,8. Виявлення кислотних властивостей тіолів пояснюється зростаючою стійкістю тіол-іона RS^- , в якому делокалізація заряду відбувається за допомогою вакантних d-атомних орбіталей сірки.

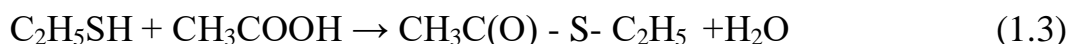
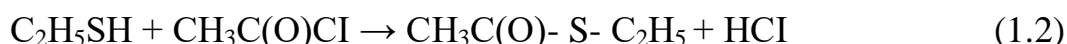
З лугами тіоли утворюють солі – тіоляти (меркаптиди):



Тіоли легко окислюються до діалкілдисульфідів або сульфокислот залежно від природи окисника:

- 1) при взаємодії із слабким окисником утворюються діалкілдисульфіди;
- 2) при взаємодії із сильними окисниками – сульфокислоти.

Тіолам також властива реакція естерифікації. Вони ацилюються ацилгалогенідами (1.2) або ж карбоновими кислотами (1.3):



Слід зазначити, що тіоли здатні легко відщеплювати атом водню під дією активного радикала з утворенням малоактивного алілсульфенільного радикалу:



Тіолам властива реакція розкладу, в ході якої вони розкладаються на вуглеводневу речовину та сірководень (1.5) або ж утворюються радикали (1.6):



При роботі з даною речовиною можливий вплив наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів: підвищення загазованості повітря робочої зони меркаптанами та продуктами їх взаємодії з іншими речовинами, токсичність забруднюючих речовин, які впливають на персонал через органи дихання, зору, шкіру, а також пожежа або ж вибух [19].

В малих концентраціях пари меркаптанів викликають рефлекторну нудоту і головну біль внаслідок неприємного запаху. При більш високих концентраціях меркаптани, так як і сірководень, впливають на центральну нервову систему, викликаючи судороги, паралічі.

Ефективним засобом захисту від інтоксикації організму меркаптанами є використання бензimidозолмістких сполуки для їх нейтралізації [20].

У таблиці 3.5 [20] наведено основні фізичні, токсикологічні і пожежонебезпечні властивості деяких меркаптанів.

Наявність етилмеркаптану в повітрі визначають газоаналізатором промислових хімічних викидів ГПХВ-2 з індикаторною трубкою, діапазон вимірів якого становить 1-25 мг/м³ або ж універсальним приладом газового контролю УПГК СІ «ЛИМБ» з діапазоном вимірів 1-50 мг/м³.

3.6 Використання кротонового альдегіду для одоризації газу

В якості одорантів на території України використовують речовину підвищеної небезпеки – етантіол (етілмеркаптан). Одним з можливих варіантів вирішення проблеми забезпечення екологічної безпеки одоризації природного газу є відмова від токсичних меркаптанів і перехід на нетоксичні сигналізатори витоку газу [21]. Для підвищення екологічної безпеки при одоризації газу пропонується використання кротонового альдегіду.

Таблиця 3.5 – Фізичні, токсикологічні і пожежонебезпечні властивості деяких меркаптанів

№ п/п	Назва речовини, хімічна формула	Фізичні властивості	Загальний характер дії на організм людини	Пожежо-небезпечні властивості	Умови зберігання
1	Метил-меркаптан CH_2SH	Горючий, токсичний газ, $T_{\text{кип.}}=5,95^\circ\text{C}$, $T_{\text{пл.}}=123^\circ\text{C}$, $\rho=0,87$ мг/мл	Поріг сприйняття запаху 0,0001-0,0003 мг/м ³ . При загазованості 1-3 мг/м ³ у працюючих з'являється головний біль і водничних випадках - нудота	Область займання в повітрі 3,9-21,8%	На складі (відсіку) для легкозаймистих отруйних газів.
2	Етил-меркаптан $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$	Рідина, $T_{\text{кип.}}=35^\circ\text{C}$, $T_{\text{пл.}}=147^\circ\text{C}$. Розчинність у воді 1,5% (20°), $\rho=0,84$ мг/мл,	Помірно подразнює шкіру. Запах відчутний при $C = 0,00019$ мг /л. Концентрація до 0,016 мг/л серйозних наслідків не викликає.	Область займання в повітрі 2,8 - 18% . Нижня температурна межа займання -38°C	На складі у прохолодному місці для отруйних рідин.
3	Пропіл-меркаптан $\text{C}_3\text{H}_7\text{SH}$	Рідина, $T_{\text{кип.}}=67,6^\circ\text{C}$, $T_{\text{пл.}}=111^\circ\text{C}$ $\rho=0,84$ мг/мл,	В організмі окислюється до сульфату, частково перетворюється в етилсульфат.	Температура займання становить 10°C	Зберігати в прохолодному місці складу для отруйних рідин

Норма вводу етантіолу становить – 16 г на 1000 м³ природного газу, приведенного до нормальних умов. Одним із перспективних одорантів виступає представник групи альдегідів - кротоновий альдегід [22].

На українському ринку представлений один виробник кротонового альдегіду - це французька компанія «Biochem».

За кордоном в якості безсірковмісних одорантів використовується речовини на основі акрилатів (ефіри кислот) , наприклад, Gazodor S-Free - це суміш етилакрилата (60 %), метилакрилата (37%) та метилетилпіразина (3%) [21].

Контроль концентрації одоранту у повітрі робочої зони проводиться одним з методів, що затверджені МОЗ України (фотометричний метод, хроматографічний або полярографічний метод) згідно з ГОСТ 17.2.3.02 і ГОСТ 12.1.005.

3.7 Коротка характеристика кротонового альдегіду

Кротоновий альдегід ($\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCHO}$) ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$) відноситься до класу ненасичених альдегідів, представляє собою прозору рідину з різким запахом; при горінні розкладається на H_2O і CO_2 . Вибухонебезпечні концентрації парів в повітрі становить 2,95-15,5%; при зберіганні на повітрі швидко димеризується [7]. Розчиняється в етанолі, діетиловому ефірі, ацетоні, бензолі. При 5°C в 100 г води розчинність становить 5 г, при 18°C - 18,1 г; утворює ізотропну суміш з вмістом кротонового альдегіду 75,7% і температурою кипіння 84°C .

Найбільша концентрація кротонового альдегіду, яка спостерігається у атмосферному повітрі, становить $C = 0,02007 \text{ мг/м}^3$. ГДК речовини $C_{\text{ГДК}} = 0,025 \text{ мг/м}^3$ таблиця 3.6.

Таблиця 3.6 – Опис шкідливих речовин

Найменування речовини	ГДК	Коефіцієнт упорядкування осідання
Етантіол(етилмеркаптан)	3E-5	1
Кротоновий альдегід	0,025	1

Викиди кротонового альдегіду не впливають негативно на зміну параметрів НПС та на здоров'я людей, які проживають на відстані 300 м від території проммайданчика.

Найбільша концентрація етантіолу (етилмеркаптану), яка спостерігається у атмосферному повітрі дорівнює $C = 0,00205 \text{ мг/м}^3$. ГДК речовини становить $C_{\text{ГДК}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$.

Розраховані величини концентрацій викидів етантіолу (етилмеркаптану) на межі санітарно-захисної зони перевищують гранично допустимі значення. Отже, вони здійснюють значний вплив на навколишнє природне середовище та на здоров'я людей, які перебувають у робочій зоні ГРС та на тих, хто проживають на відстані 300 м від території проммайданчика (межі санітарно-захисної зони).

4 СТАРТАП-ПРОЕКТ «ОДОРАНТ - КРОТОНОВИЙ АЛЬДЕГІД»

Кротоновий альдегід, як наведено у попередньому розділі, має ряд переваг перед етантіолом та відповідає вимогам, які висувають до одорантів природного газу. Це, насамперед, наявність специфічного сильного запаху, здатність не спричиняти корозію внутрішньої оболонки тіла труби газопроводу, здійснення мінімального впливу на довкілля, в тому числі на здоров'я людей, вимога не вступати у хімічну реакцію із газом.

На ринку України відсутні вітчизняні виробники одоранта, присутні лише три зарубіжні – це бельгійська компанія Chevron Philips Chemicals International N. V., французька - Arkema France та російська – ТОВ «Оренбурггазпром». Дані компанії продають одорант етантіол.

Отже, для підвищення екологічної безпеки на газорозподільних станціях при одоризації природного газу існує необхідність виробництва безсірковмісного одоранта – кротонового альдегіду на території України.

Так як на території держави відсутні спеціалізовані підприємства для виробництва одорантів, їх можна буде синтезувати на базі Приватного акціонерного товариства «Сєверодонецького об'єднання «Азот». На базі даного підприємства виробляються наступні речовини: аміак, азотні добрива, органічні спирти і кислоти, товари побутової хімії, вироби із полімерів.

Задля комплексного аналізу впровадження виробництва одоранту – кротонового альдегіду на території України пропонується оформлення ідеї у формі стартап-проекту. Під стартапом розуміється проект, за допомогою якого можна продати нову інноваційну ідею за короткий період часу.

4.1 Маркетингове дослідження аналізу стартап-проекту

Проведемо маркетингове дослідження аналізу стартап-проекту, щоб визначити можливість його впровадження на ринку.

Одоранти природного газу являються сигналізаторами витікань природного газу із газопроводу. Основною ідеєю стартап-проекту є виробництво одоранту кротонового альдегіду на території України. Даний продукт відноситься до сфери «Енергетики та комунальних послуг», «Хімічної промисловості». Короткий опис ідеї наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Виробництво одоранту кротонового альдегіду	Використання для одоризації природного газу	Українське підприємство, як наслідок менші затрати на логістику
		Екологічність - відсутність сірки у складі одоранта, продуктами горіння є вода і вуглекислий газ
		Зменшення плати п одатку за викиди
	Використання як сировини для синтезу інших хімічних речовин	Не потребує заміни установки для одоризації
		Вибухонебезпечність парів у повітрі становить 2,95-15,5 %, що значно менше ніж у етантіола
		Безпечність в експлуатації (показник ступеня небезпеки становить 2,1, а для етантіола 3,2)

Етантіол відноситься до першого класу небезпеки, кротоновий альдегід – до другого; ставки податку для речовин становлять 17536,42 грн/т та 4016,11 грн/т відповідно. Отже, економія для підприємства становитиме 13520,31 грн/т.

Для визначення переваг даного продукту перед аналогами проведемо дослідження слабких, нейтральних та сильних сторін ідеї проекту. Аналіз характеристик наведено у табл. 4.2

Транспортування кротонового альдегіду здійснюється за допомогою спеціального транспорту в герметичних ємкостях різних об'ємів.

Після встановлення сильних та слабких сторін стартап-проекту «Синтез кротонового альдегіду» можна переходити до технологічного аудиту. Його мета полягає в аналізі технології, за допомогою якої буде здійснюватися синтез кротонового альдегіду. Технологічні аспекти здійснення ідеї наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.2 - Техніко-економічні показники продукту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики	Назва товарів		Слабкі сторони	Нейтральні сторони	Сильні сторони
		Мій продукт	Продукт конкурента			
1	Наявність підприємства по виробництву	кротоновий альдегід	етантиол	+	-	-
2	Налагоджена схема закупівлі	Кротоновий альдегід	етантиол	+	-	-
3	Безпечність транспортування, використання	кротоновий альдегід	етантиол	-	-	+
4	Екологічність (відсутність сірки у складі)	кротоновий альдегід	етантиол	-	-	+
5	Ціна	Кротоновий альдегід	етантиол	-	+	-
6	Наявність одоризаційних установок	кротоновий альдегід	етантиол	-	+	-
7	Ставка податку на викиди	Кротоновий альдегід	етантиол	-	-	+

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Виробництво одоранту кротонового альдегіду	закупівля готової продукції	купівля одоранту у французької компанії	+
		отримання одоранту в процесі альдольної кротононізації ацетат-альдегіду	технологія відповідно до патенту РФ 2063958	+/-
		отримання одоранту шляхом окислення ізобутилену	технологія фірми Nippon Kayaku	+/-

Обрана технологія реалізації проекту: синтез КА альдольної кротононізації ацетатальдегіду при температурі 400 °С із використанням каталізаторів для пришвидшення проходження реакції на базі ТОВ «Севродонецького об'єднання «Азот» з подальшою реалізацією на ринку.

Наступним етапом є проведення аналізу ринку, на якому буде випускатися продукція (табл. 4.4). Кротоновий альдегід є специфічною речовиною, яку можна використовувати як одорант природного газу, або ж у якості сировини для виробництва інших хімічних сполук, наприклад, сорбінової кислоти (харчовий консервант), триметилгідрокінону (попередник вітаміна Е).

Ринок для збуту даної продукції є промисловим, в Україні на ньому представлені 3 виробника одоранту етантіолу, але вони всі знаходяться за кордоном.

Предметом промислового ринку є саме взаємини між суб'єктами ринку, наприклад, купівля-продаж, фінансові відносини, ділові переговори з метою отримання прибутку. Такими суб'єктами на ринку України є підприємства діяльність яких пов'язана із транспортуванням природного газу та його використання.

Таблиця 4.4 – Характеристика наявного ринку

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців	На українському ринку представлено 3 виробника одоризаторів природного газу
2	Загальний обсяг продаж, грн./одн.	75 000 грн за 1 тону одоранта
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	стагнує
4	Наявність обмежень для входу	Вузька галузь спеціалізації, конкуренція
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Показники одоранта мають відповідати вимогам ДСТУ 3377-96
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	25

Перед тим як виходити на ринок з готовою продукцією, потрібно ще врахувати та проаналізувати, кому саме вона потрібна. У табл. 4.5 наведена характеристика потенційних клієнтів.

Потреби ринку у продукції. Загальна довжина газопроводів, які експлуатує АТ «Укртрансгаз», становить 38,55 тис. км, у тому числі магістральних газопроводів – 22,16 тис. км і газопроводів-відгалужень – 16,39 тис. км, які слугують для транспортування природного газу. ГРС щорічно прокачують близько 50 000 млн. м³ природного газу, щоб провести одоризацію потрібно 800 т одоранту (норма вводу 16 г одоранту на 1000 м³ газу). Для потреб інших компаній потрібно 1200 т одоранту [52].

У нормативних документах ДСТУ 3377-96 та ТУ-51-81-82 прописані основні вимоги до одорантів, у ТУ У 6-04687873.021-95 наведені основні вимоги до синтезу хімічних речовин.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів

№ п/п	Потреби, що формують ринок	Цільова аудиторія	Вимоги споживачів до товару
1	800 т	АТ «Укртрансгаз»	Відповідність ДСТУ 3377-96; ТУ-51-81-82; ТУ У6-04687873.021-95
2		ТОВ «Українська нафтохімічна компанія»	
3	640 т	ПФ «Техноімпекс»	
4		ТОВ «Хімфармінвест»	
5		ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «БУДТРАНСГАЗ»	
6		ТОВ «Компанія Агронафтохім»	
7		ТОВ «Інтербіомед»	
8	560	ПАТ «Укргазвидобування»	
9		ПАТ «Укртрансгаз»,	
10		ПАТ «Транснаціональна фінансово-промислова нафтова компанія «Укртатнафта»	
11		ДАТ «Чорноморнафтогаз»,	
12		НАК «Нафтогаз України»	
13		ТОВ «Укргаздіагностика»	
14		ТОВ «Світ Авто»	

Для можливості виходу з даною продукцією на ринок опишемо фактори загроз та можливостей (табл. 4.6 – 4.7).

Таблиця 4.6 – Фактори загроз виходу на ринок

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Політико-правовий	Відсутність програм по розвитку галузі виробництва одоранту на території України	Участь в міжнародних подібних програмах
2	Економічний	Не стабільність валюти	Коливання ціни продукції, планова діяльність
		Великі відсотки по кредитуванні	
		Зменшення платоспроможності потенційних клієнтів	
3	Соціально-культурний	На ринку зв'явилися більш нові технології	Перехід до інноваційних технологій
		Промислові підприємства газорозподільні станції віддають перевагу новим та екологічно-безпечним технологіям за умови економічної вигоди	Забезпечення відповідності між ціною та якістю продукції

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Політико-правовий	Підтримка українських підприємств на законодавчому рівні	Вихід на всеукраїнський ринок із своєю продукцією
2	Економічний	Зацікавленість іноземних інвесторів у розробці стартап-проектів	Пошук зацікавлених інвесторів, співпраця з ними
4	Демографічний	Підвищення рівня урбанізації веде за собою збільшення кількості споживачів природного газу, як наслідок потреба у одоранті збільшується	Маштабування проєкту, збільшення об'ємів виробництва одорантів
5	Природний	Сприятливість клімату	Підприємство по виробництву одоранту може розміщуватися у будь-якому регіоні України

Визначивши можливі загрози та можливості потрібно дізнатися про конкуренцію на промисловому ринку продаж одорантів. Саме конкуренцію вважають основною умовою ефективного функціонування ринкової економіки [56]. Конкуренція здійснює вплив на ринок через попит, ринкову ціну та пропозицію.

На ринку України зустрічаються наступні види конкуренції: монополія – діяльність ринку контролюється одним єдиним продавцем певного товару; олігополія – виникає при наявності на ринку декількох монополістів, які зазвичай підтримують його стабільність; монополістична – боротьба, яка виникає між монополіями, які виготовлять один і той самий товар; чиста – на ринку представлена велика кількість виробників продукції.

Аналіз ринку збуту продукції наведено у табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на промисловому ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
Тип конкуренції	Олігополія	Боротьба за потенційних клієнтів із трьома наявними виробниками одорантів
За рівнем конкурентної боротьби	Національний	Конкуренція здійснюється між всіма наявними на національному ринку виробниками одорантів
За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева	Застосування одоранту можливе лише в одній галузі – одоризація природного газу

Конкуренція за видами товарів	Товарно-видова	Ведення постійного спостереження за можливістю виходу на ринок нових аналогічних товарів
За характером конкурентних переваг	Нецінова	Боротьба за споживачів шляхом підвищення екологічності продукції, забезпечення якості продукції
За інтенсивністю	Марочна	Забезпечує впізнавання продукції на ринку, виступає об'єктивною характеристикою товару

Більш детально розглянуті умови конкуренції за моделлю М. Портера наведені у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за Портером

Прямі конкуренти	Основними конкурентами є фірми монополісти. Інтенсивність невелика за рахунок відсутності прямих предстанків іноземних підприємств на території України
Потенційні конкуренти	Потенційних конкурентів на промисловому ринку продаж одорантів не має
Постачальники	Сильним фактором є гнучка цінова політика
Клієнти	Факторами загроз є зменшення попиту на продукцію, відсутність прибутку, недовіра до безмакровоного продукту
Товари замітники	Етантіол, диметилсульфід
Складові аналізу	Висновки: з огляду на конкурентну ситуацію, вихід на ринок українського одоранту можливий, якщо якість продукції буде забезпечуватися її екологічністю; підприємство зможе взаємодіяти із іншими підприємствами, постійно вдосконалювати продукт та маркувати товар.

Саме фактори конкурентоспроможності формують промисловий ринок. Для даного стартап-проектку їх опис наведений у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактори конкурентоспроможності	Обґрунтування фактору
1	Екологічність	Кротоновий альдегід в порівнянні із аналогом -етантіолом, має ряд переваг: відсутність сірки ускладі сполуки, здійснює менший токсичний вплив на організм людини; мала летючість за нормальних умов
2	Економічність	Ставка податку за викид кротонового альдегіду становить 4016,11 грн/т, це на 13520,31 грн/т менше як за етантіол

3	Безпечність	За токсикологічними характеристиками кротоновий альдегід відноситься до речовин другого класу небезпеки і другого класу токсичності. Показник ступеню небезпеки становить 2,1.
4	Рівень організації процесу виробництва	Забезпечується високий рівень організації шляхом попереднього планування та прогнозування виробництва потрібної кількості товару

За визначеними факторами конкурентоспроможності проведемо порівняльний аналіз проекту із наявним конкурентом на ринку.

Таблиця 4.11 – Порівняльна характеристика сильних і слабких сторін виробництва одоранту кротонового альдегіду

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів конкурентів у порівнянні з ТОВ «Оренбурггазпром»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Низький рівень впливу на навколишнє природне середовище	20			+				
2	Витрати на логістику	12		+					
3	Безпечний рівень впливу	10			+				
4	Коефіцієнт небезпеки	15	+						

Заключним етапом маркетингового дослідження можливостей впровадження стартап проекту є складання SWOT-аналізу (табл. 4.12). Він являється методом оцінки внутрішніх та зовнішніх факторів, які впливають на розвиток підприємства.

Ринкові загрози та можливості складаються на основі детального аналізу факторів, які впливають на формування промислового ринку.

Таблиця 4.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>S (сильні сторони):</p> <ul style="list-style-type: none"> -екологічність продукції; -стабільність цінової політики; -розміреність підприємства на території України; -можливість виготовлення одоранту на будь-якому хімічному підприємстві; -мінімальні затрати на логістику; -низька собівартість виготовленого товару; -наявність людських ресурсів для забезпечення діяльності; -доступ до ресурсів. 	<p>W (слабкі сторони):</p> <ul style="list-style-type: none"> -наявність на ринку впливових виробників товару; -здійснення навантаження на навколишнє природне середовище; -відсутність програм по розвитку галузі виробництва одоранту на території України; -відсутність налагодженої схеми збуту продукції; -зміна економічних тенденцій; -зменшення кількості проданої продукції.
<p>O (можливості):</p> <ul style="list-style-type: none"> -привабливість для іноземних інвестицій; -зростання рівня використання одорантів; -вихід на міжнародний ринок; -збільшення прибутку за рахунок надання технічного обслуговування після продажу товару. 	<p>T (загрози):</p> <ul style="list-style-type: none"> -велика інфляція; -зменшення зацікавленості у продукті; -поява на ринку більш екологічного продукту; -недосконалість законодавчої бази; -відсутність ресурсу для синтезу одоранту.

На основі сформованого SWOT-аналізу проаналізуємо можливі альтернативи ринкової поведінки впровадження виробництва кротонового альдегіду - одоранту природного газу на території України та оптимального часу виходу на ринок із готовим товаром (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтований комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Підвищення конкурентоспроможності за рахунок сильних сторін проекту	Висока	Упродовж 6 місяців
2	Підвищення конкурентоспроможності за рахунок ринкових можливостей	Висока	Упродовж 1 року
3	Отримання екологічної продукції	Висока	Упродовж 6 місяців

Після аналізу були обрані заходи, які орієнтовані на отримання екологічної продукції, так як в даній галузі екологічні характеристики мають найбільший вплив.

Умови функціонування підприємств на промисловому ринку визначаються їхньою стратегією. Під ринковою стратегією розуміється комплекс рішень, які визначають асортимент та обсяг виробленої продукції, способи її реалізації. Для вибору стратегії спочатку здійснимо опис цільових груп споживачів товару (табл. 4.14).

Цільовими групами споживачів на промисловому ринку (B2B) є інші промислові компанії або корпоративні клієнти. Ринок характеризується легітимними факторами, які визначаються державою та глобальними ринками. Тема співпраці між та координації між об'єктами промислового ринку є однією із головних.

Таблиця 4.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи сегменту	Інтенсивність сегменту	Простота входу у сегмент
1	Компанії першого рівня компанії (заковують одорант безпосередньо у виробників)	Готові	Високий	Середня	Середня
2	Компанії другого рівня (заковують одоранти переважно в компаній першого рівня)	Готові	Високий	Висока	Середня

Одорант природного газу кротоновий альдегід можуть купувати як перші, так і другі групи споживачів.

Диференційований маркетинг дає змогу досягти високого ступеня задоволення потреб окремих споживачів, підприємство переважно реалізує їм товари у великих обсягах.

Стратегія диференціації маркетингу передбачає надання товару особливих відмінностей від існуючих товарів конкурентів. Серед

конкурентної продукції тільки кротоновий альдегід відноситься до II класу небезпеки, а всі інші до I. Це зумовлює більшу екологічну безпеку ГСР при використанні даної продукції.

Характеристика обраної стратегії наведена у табл.4.15.

Таблиця 4.15 - Визначення базової стратегії розвитку проекту

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентноспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Екологічна стратегія диференціації	Ринкове позиціонування	Диференціація змінює ступінь замінності продукту, збільшує прихильність до марки товару, здатна зменшити чутливість ціни чим піднімає рентабельність; особливі відмінності захищають від виходу товарівзамінників на ринок	стратегія диференціації

Відповідно до вимог споживачів кожного сегменту до виробників та товару розробимо стратегію конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першо-прохцем» наринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкуренті?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Одоранти вже представлені на ринку, однак без сірковий одорантна українському ринкові представлений вперше	Компанія буде здійснювати продаж новим таіснуючим споживачам	Компанія буде здійснювати виробництво відмінної продукції від існуючого, головною перевагою якої буде екологічність та безпечність	Наслідування лідера - головною перевагою якої є економія ресурсівна, які витрачаються на утомання домінуючого положення.

Наступним пунктом аналізу стартап-проекту є вибір стратегії позиціонування, який наведений у табл. 4.17.

Таблиця 4.17 - Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
Одорант повинен відповідати наступним вимогам: наявність специфічного сильного запаху, не спричиняти корозію внутрішньої оболонки тіла труби газопроводу, здійснення мінімального впливу на довкілля, в тому числі на здоров'я людей, не вступати у хімічну реакцію із газом	Диференціації	До конкурентних переваг відносяться екологічні показники одоранта, відсутність летючості одоранта при нормальних умовах, ціна відповідає якості товару, підвищує екологічну безпеку підприємства, яке використовує даний одорант, маркований товар	Екологічні показники одоранта; безпечність при перевозках товару; український сертифікований продукт.

Для формулювання маркетингової програми перш за все потрібно зробити вибір її концепції. Вибір основних сильних сторін наведено у табл. 4.18.

Таблиця 4.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Необхідна «ідеальна» сполука, як одоризація природного газу	Високоякісна українська продукція	Відповідність до нормативних документів ДСТУ 3377-96; ТУ-51-81-82; ТУ У 6-04687873.021-95
	Екологічність	Підвищення екологічної безпеки ГРС за рахунок використання кротонового альдегіду в якості одоранта
	Відкритість до співпраці	Співпраця з будь-якими підприємствами, які зацікавлені в продукті
	Мінімальний вплив на людину	Виникнення ризику захворювання при вдиханні пари одоранту зневажливо мале, $HQ = 0,05639$
	Безпека у використанні	Мала вибухонебезпечність зумовлюється відсутністю летючості за нормальних умов навколишнього природного середовища

Для остаточного розуміння, як саме виглядатиме товар на ринку розробляється його трьохрівнева модель. Опис складових кожного рівня моделі наводиться у табл. 4.19.

Таблиця 4.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Виготовлення одоранту, запах якого в малих концентраціях буде відчутний при витоках природного газу із комунікацій газотранспортної системи
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	1. Хімічна сполука із виразним, чітким, неприємним запахом. 2. Не містить сірки у своєму складі. 3. Фізико-хімічні та гігієнічні показники одоранта: ГДК у атмосферному повітрі населених пунктів – 0,025 мг/м ³ ; ГДК у повітрі робочої зони – 0,5 мг/м ³ ;
II. Товар у реальному виконанні	температура самозаймання – плюс 2320 °С; концентраційні межі розповсюдження полум'я – 2,1 – 15,5%; нижня температурна межа займання – плюс 100 °С; температура замерзання – мінус 690 °С.
	Якість: відповідність ДСТУ 3377-96; ТУ-51-81-82; ТУ У 6-04687873.021-95
	Пакування: спеціальні герметичні ємності різних об'ємів, які забезпечують безпечність перевозок та зберігання продукту. Марка: назва організації-розробника + назва товару
III. Товар із підкріпленням	Надання додаткових послуг : проведення інструктажу по роботі з товаром, доставка товару здійснюється відповідно до прописаних у договорі термінам, надання знижки при повторному замовленні товару.
Товар буде захищений від копіюванням шляхом оформлення патента на корисну модель, реєстрацією марки продукту та його назви	

Наступним пунктом є визначення ціни на виготовлену продукцію. Аналіз цін проводиться експериментальним методом, він показаний у табл. 4.20.

Таблиця 4.20 - Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
36792,61-75000 грн за 1 тону одоранта	Товари-аналоги відсутні на українському ринку одорантів	Рівень доходу у споживачів постійний, але залежить від обсягів продаж їхнього продукту	Нижня - 30000 грн/т Верхня - 40 000 грн/т

Верхня та нижня межі цін були встановлені шляхом аналізу цін на українському ринку.

Для здійснення продаж на ринку потрібно сформувати свою систему збуту товару на ринку. Збут є системою заходів, потрібних для потрапляння товару від виробника до споживача. Загальна характеристика збуту одоранта на промисловому ринку наведена у табл. 4.21.

Стратегією збуту для даного товару є інтенсивний поділ, який характеризується максимальним охопленням ринку.

Таблиця 4.21 - Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Каналу збуту	Оптимальна система збуту
Компанія, яка хоче придбати одорант безпосередньо заключає договір із виробником або у приймає участь у відкритих торгах і віддає перевагу найкращій пропозиції	<ol style="list-style-type: none"> 1) Транспортування; 2) встановлення контактів із споживачами; 3) проводити інформування, щодо безпечної експлуатації продукта надання гарантій; 4) забезпечення доступності товару у тій кількості, яка потрібна. 	Одно рівневі - від виробника відразу до споживача; дворівневі - продаж через посередників	Оптимальною системою збуту буде - традиційна. Вона характеризується незалежність один від одного виробника оптових чи роздрібних торговців.

Фінальною складовою маркетингового аналізу старта-проекту «Синтезу кротонового альдегіду» є розроблення концепції маркетингових комунікацій (табл. 4.22). Вона охоплює діяльність підприємства, яка спрямовується на інформування споживачів щодо виробленої продукції.

Інформація для споживачів надається за допомогою засобів масової інформації у вигляді реклами.

Таблиця 4.22 - Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного озвучення
Використання більш екологічно безпечного продукту з урахуванням економічної вигоди	Участь у виставках, семінарах, форумах; Реклама у соцмережах, спеціалізованих газетах	Екологічно-токсикологічні показники продукту, нові технології	Звернути увагу на новий продукт на ринку, зацікавити їх до використання саме цього товару	Використання кротонового альдегіду забезпечить екологічну безпеку підприємства, та дасть змогу скоротити його санітарно-захисну

4.2 Розрахунок еколого-економічного ефекту

Величина чистого еколого-економічного ефекту розраховується за наступною формулою [57]:

$$E_n = P - B, \quad (4.1)$$

де E_n – еколого-економічний ефект, грн.;

P – економічний результат природоохоронних рішень, грн.; B – річні витрати, грн.

Спочатку розрахуємо економічний результат впровадження кротонового альдегіду в якості одоранту за формулою (4.2):

$$P = U_{пр} + \Delta D, \quad (4.2)$$

де $U_{пр}$ – попередній економічний збиток, грн.,

ΔD - додатковий дохід, грн.

Попередній економічний збиток розраховується за формулою (4.3):

$$U_{пр} = \Delta П + \Delta З, \quad (4.3)$$

де $\Delta П$ – річний економічний ефект, грн.,

$\Delta З$ – річні збитки, грн.;

Річний економічний ефект визначається за формулою (4.4), розміри відшкодування збитків за наднормовий викид забруднюючої речовини у атмосферне повітря – за формулою (4.5):

$$\Delta\P = \Pi_{\text{BC1}} - \Pi_{\text{BC2}}, \quad (4.4)$$

де Π_{BC1} - сума податку за викид етан тіолу, грн/рік;

Π_{BC2} - сума податку за викид кротонового альдегіду, грн/рік.

$$Z = 1,1\P \cdot K_T \cdot K_{zi} \cdot M_i \cdot A_i, \quad (4.5)$$

де Π – податок за викид однієї тонни умовної забруднюючої речовини, грн;

K_T – коефіцієнт, що враховує територіальні особливості ($K_T=1,26$);

K_{zi} – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосфери ($K_z=1,5$);

M_i – маса і-тої забруднюючої речовини, т (визначена у 2 розділі);

A_i – безрозмірний коефіцієнт відносної небезпечності і-тої забруднюючої речовини, який визначається за наступною формулою:

$$A_i = 1/\text{ГДК}_i, \quad (4.6)$$

де ГДК_i – гранично добова допустима концентрація забруднюючої речовини, мг/м³.

Збитки при використанні етантіолу Z_1 та кротонового альдегіду Z_2 на ГРС розраховуються за формулою (4.5).

Розрахуємо A_i для етантіолу за формулою (4.6):

$$A_{i1} = \frac{1}{3 \cdot 10^{-5}} = 33333,33$$

$$A_{i2} = \frac{1}{0,025} = 40$$

Економічний збиток розраховуємо за формулою (4.5):

$$Z_1 = 1,1 \cdot 17536,42 \cdot 1,26 \cdot 1,5 \cdot 0,0041 \cdot 33333,33 = 4982622,515 \text{ (грн/т)}$$

$$Z_2 = 1,1 \cdot 4016,11 \cdot 1,26 \cdot 1,5 \cdot 0,0041 \cdot 40 = 1369,3168 \text{ (грн/т)}$$

Різниця між збитками наступна:

$$\Delta Z = 4982622,515 - 1369,3168 = 4981253,199(\text{грн/т}).$$

Розрахуємо річний економічний ефект за формулою (4.4):

$$\Delta П = 17536,42 - 4016,11 = 13520,31 \text{ (грн/рік)}.$$

Попередній економічний збиток дорівнює:

$$У_{пр} = 135520,31 + 4981253,199 = 5116773,509 \text{ (грн)}.$$

Інший додатковий дохід на підприємстві відсутній.

$$\Delta Д = 0 \text{ (грн)}$$

За формулою (4.2) розраховує економічний результат використання кротонового альдегіду в якості одоранта природного газу .

$$P = 5116773,509 + 0 = 5116773,509 \text{ (грн)}.$$

Річні витрати на впровадження стартапу визначається за формулою:

$$B = C + E_n \cdot K, \quad (4.7)$$

де C – експлуаційні витрати за рік, грн;

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

K – одноразові капіталовкладення, грн.

Експлуатаційні витрати розраховуються за наступною формулою:

$$C = C_{ел.} + C_{зп.} + C_p + C_c, \quad (4.8)$$

де $C_{зп.}$ – мінімальна заробітна плата в Україні, грн/рік (44676 грн/рік);

C_p – річні витрати на ремонт обладнання (5000 грн) [59];

C_c – витрати на закупівлю сировини для синтезу, грн (800000 грн [50]);

$C_{ел.}$ – річні витрати електроенергії, необхідної для роботи установки, грн.;

$$C_{ел} = M \cdot Ц \cdot T, \quad (4.9)$$

де M – потужність установки, що складає 712 Вт або 7,12кВт;

$Ц$ – ціна 1 кВт електроенергії для 1 класу напруги (1,43119грн/кВт)[61];

T – час роботи обладнання (2500 год/рік).

$$C_{ел.} = 7,12 \cdot 1,43119 \cdot 2500 = 25475,183 \text{ (грн)}$$

Експлуатаційні витрати визначаємо за формулою 4.10:

$$C = 44676 + 25475,183 + 5000 + 500000 = 875151,183 \text{ (грн)}$$

Одноразові капітальні вкладення складають 1500000 грн.

Отже, річні витрати на запровадження стартап-проекту складатимуть:

$$B = 875151,183 + 0,15 \cdot 1500000 = 1100151,181 \text{ (грн)}.$$

Розмір чистого економічного річного ефекту розрахований за формулою (3.1) складає:

$$E_n = 5116773,509 - 1100151,181 = 4016622,328 \text{ (грн)}.$$

Термін окупності даного стартап-проекту розраховується за формулою:

$$T_{ок} = B/E_n = 1100151,181 / 4016622,328 = 0,27 \text{ роки.} \quad (4.10)$$

ВИСНОВКИ

Для забезпечення екологічної безпеки України в умовах глобалізації світової економіки вкрай необхідним є розвиток екологічного контролю в індустрії використання скрапленого вуглеводневого газу. Перш за все – це запровадження системи екологічного моніторингу за газонаповнювальними пунктами і, по-друге, встановлення газоочисного обладнання на газонаповнювальних пунктах.

Розглянувши різні способи очищення повітряно-газових викидів в атмосферне повітря для задоволення потреб в очисному обладнанні я пропоную використати промисловий зразок адсорбера «АДМ-50».

Таким чином, важливими першочерговими завданнями в галузі підвищення екологічної безпеки газонаповнювального пункту у м. Калинівка сьогодні є:

- здійснення постійного моніторингу корозійного стану трубопроводів;
- встановлення газоочисного обладнання, а саме:
 - 1) абсорбційного, яке дозволяє вилучити газ за рахунок його розчинення в органічних або неорганічних розчинниках;
 - 2) каталітичного, яке дає можливість перетворювати газ у нетоксичні продукти на поверхні каталізатора;
 - 3) адсорбційного, яке на даний час найбільше використовується, і передбачає вилучення газу твердими поглиначами - адсорбентами (природні та синтетичні цеоліти, активоване вугілля, силікагелі, алюмогелі).

На сьогоднішній день ми переконались, що нові технології дійсно є природоохоронними та безпечними для їх промислового впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Калинівської філії ВАТ «ВІННИЦЯГАЗ».
2. Промислова екологія: Навчальний посібник / С. О. Апостолюк, В. С. Джигирей та ін. – К.: Знання, 2005. – 268 с.
3. Даценко І. І. Гігієна та екологія людини: Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2000. – 248 с.
4. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Техноекотолгія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. – Львів: Новий світ, 2004. – 280 с.
5. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй РС. Основи загальної екології. — К.: Либідь, 1995.- 343 с.
6. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. — Л.: Гидрометеиздат, 1986.- 135 с.
7. Бурдіян Б.Г., Дерев'янку В.О., Кривульченко А.І. Навколишнє середовище та його охорона. — К.: Вища школа, 1993.- 227 с.
8. Борисенко З.Г. Методика геометризации резервуаров и залежей нефти и газа. - М: Недрa, 1980.- 59 с.
9. Каналин В.Г., Вачин СБ., Токарев М.А. Нефтегазопромислова геологія и гидрогеологія. - М: Недрa, 1997.- 35 с.
10. Панов Т.Е., Петряшин Л.Ф., Лысянский Т.Н. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недрa, 1986.- 62-65 с.
11. Гиматудинов Ш.К., Ширковский АМ. Физика нефтяного и газового пласта. - М: Недрa, 1981.- 93 с.
12. Дементьев Л.Ф. Математические методы и ЭВМ в нефтегазовой геологии. - М.: Недрa, 1983.- 76 с.
13. Справочник по нефтегазопромисловой геологии: Под ред. Н.Е. Быкова, М.И. Максимова, А.Я. Фурсова. - М.: Недрa, 1981.- 83 с.

14. Каналин В.Г., Вачин СБ., Токарев М.А. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология. - М: Недра, 1997.- 156 с.
15. Катц Д.А., Корнелл Д., Кабаяши Р. Руководство по добыче, транспорту и переработке природного газа: Пер. с англ. – М.: Недра, 1965.- 47 с.
16. Коротаев Ю.П. Комплексная разведка и разработка газовых месторождений. – М.: Недра, 1968.- 93 с.
17. Лисовский Н.Н. и др. Совершенствование классификации ресурсов и запасов нефти и газа. – М.: изд. ГАНГ им. И.М. Губкина, 1994.- 68 с.
18. Соколов В.А. Геохимия природных газов. – М.: Недра, 1971.- 89 с.
19. Шмыгля П.Т. Разработка газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: Недра, 1967.- 135 с.
20. Соколов В.А. Миграция нефти и газа. – М.: Издательство АН СССР, 1956.- 85 с.
21. Кондратюк М.Є., Нечипорук А.Є., Васильківський І.В. Організаційно-економічний механізм зменшення забруднення атмосферного повітря // VIII-ий Міжнародний з'їзд екологів (Екологія/Ecology–2021), 22–24 вересня, 2021 [Електронне мережне наукове видання]: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 425-432.
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ecology/ecology2021/paper/viewFile/13712/11544>

Додаток А. Технічне завдання

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕЕБ
д.т.н., професор
_____ В.Г.Петрук
(підпис)

« 5 » _____ жовтня _____ 2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ ПУНКТИВ ВІДКРИТОГО АКЦІОНЕРНОГО
ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЯГАЗ»**

08-48. МКР.109.00.001 ТЗ

спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи: к.т.н., доцент
_____ І.В. Васильківський
(підпис)

« 5 » _____ жовтня _____ 2021 р.

Розробив: студент гр. ТЗД-20м
_____ А. С. Нечипорук
(підпис)

« 5 » _____ жовтня _____ 2021 р.

1. Підстава для проведення робіт

Підставою для виконання роботи є наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2021 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № 3 засідання кафедри ЕЕБ від «28» вересня 2021 р.

2. Мета роботи. Наукове обґрунтування екологічної безпеки газонаповнювальних пунктів відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз» та розробка природоохоронних заходів.

3. Вихідні дані для проведення робіт.

1. План-схема газонаповнювального пункту міста Калинівки (додаток Б).

2. Викид забруднюючих речовин Калинівського газонаповнювального пункту ВАТ «Вінницягаз» (додаток В).

4. Методи дослідження. Використано інструментально-лабораторні методи контролю забруднення довкілля Державної екологічної інспекції у Вінницькій області.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання.	5.10.2021
2.	Аналіз екологічних характеристик газонаповнювальних пунктів відкритого акціонерного товариства «Вінницягаз».	15.10.2021
3.	Дослідження екологічних характеристик технологічних діляниць Калинівського ГНП ВАТ «Вінницягаз».	29.10.2021
4.	Проведення розрахунків валових викидів стаціонарних джерел забруднення Калинівського ГНП ВАТ «Вінницягаз».	10.11.2021
5.	Аналіз отриманих результатів дослідження та розробка природоохоронних заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки Калинівського ГНП ВАТ «Вінницягаз».	26.11.2021
6.	Стартап-проект безсірковмісного одоранта для підвищення рівня екологічної безпеки газонаповнювальних пунктів.	6.12.2021
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	15.12.2021

6. Призначення і галузь використання

Результати роботи будуть використані для розробки природоохоронних заходів і підвищення рівня екологічної безпеки газонаповнювальних пунктів ВАТ «Вінницягаз».

7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка та графічна частина

8. Порядок приймання роботи

Публічний захист роботи «21» грудня 2021 р.

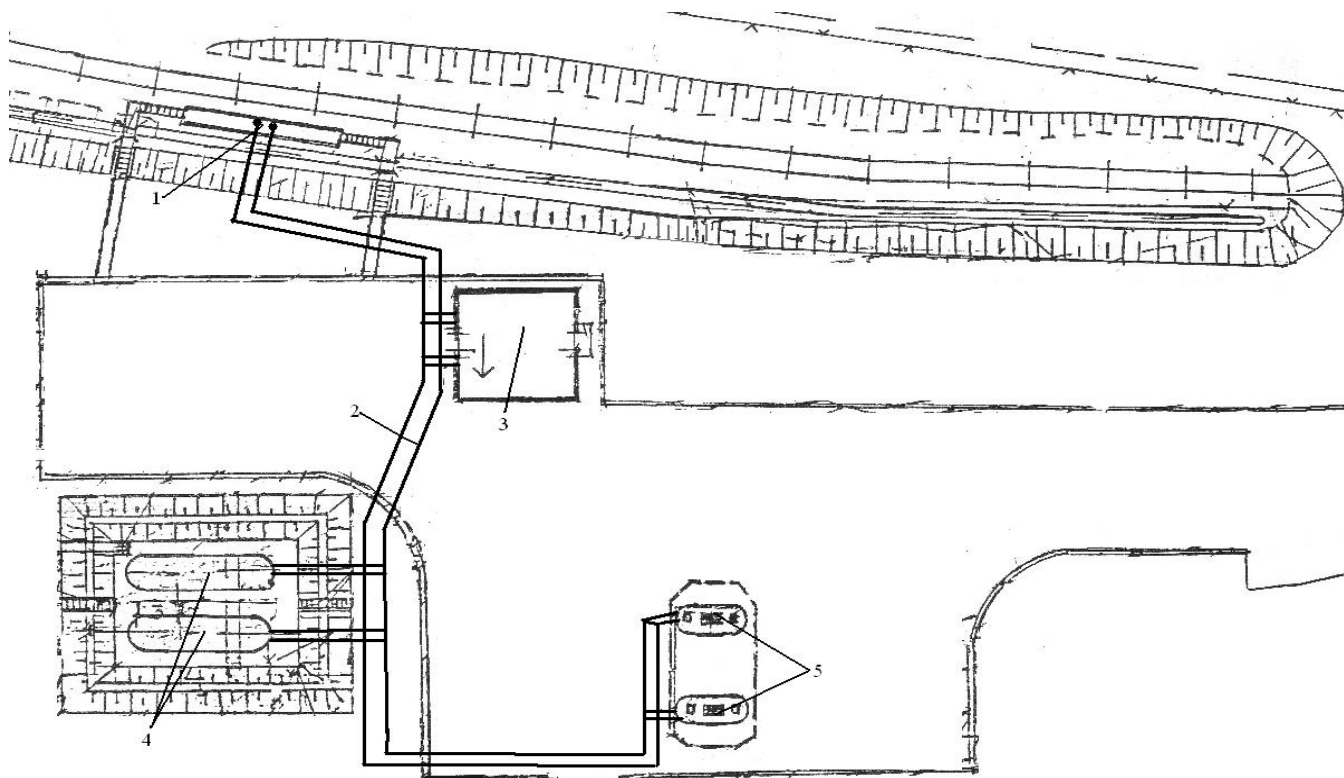
Початок розробки «28» вересня 2021 р.

Граничні терміни виконання МКР «15» грудня 2021 р.

Розробив студент групи ТЗД-20м _____ Нечипорук Анастасія Сергіївна
(підпис)

Додаток Б.

План-схема газонаповнювального пункту міста Калинівки



1 – естакада (джерела №36-38); 2 – трубопровід (джерела №55-62);
3 – насосно-компресорне відділення (джерела №63-72); 4 – ємності №1,2
(джерела №43-54); 5 – наповнювальні колонки №1,2 (джерела №39-42).

Додаток В.**Викид забруднюючих речовин Калинівського газонаповнювального пункту ВАТ «Вінницягаз»**

№ п/п	Найменування речовин	Тип речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Потужність викиду забруднюючих речовин, т/рік
1	Пропан	Газ	65	-	3,1755
2	Бутан	Газ	200	4	1,779
3	Етан	Газ	65	-	0,1682
4	Метан	Газ	50	-	0,0684
5	Етилмеркаптан	Аерозоль	0,00003	-	0,00077
6	Сірководень	Газ	0,008	2	0,00016
ВСЬОГО					5,19203

Додаток Д.

Експлікація основного устаткування газонаповнювального пункту

Найменування	Призначення	Кількість	Місце розташування	Тип, марка, технічна	Матеріал
Естакада зливу зрідженого газу із автомобільних цистерн					
Автомобільна цистерна	Транспортування зрідженого газу	1	Зовнішній майданчик ГНП (пост зливу)	Горизонтальна циліндрична ємність на базі автомобіля. $V = 25,0 \text{ м}^3$; $P = 1,8 \text{ Мпа}$;	Вуглецева сталь
Насосно-компресорне відділення					
Компресор АУ-40	Створення і підтримка перепаду тиску при перекачуванні ЗВГ	1	Насосно-компресорне відділення	Компресор типу АУ-40. Продуктивність – 45000 ккал/год; Потужність – 30 кВт; Виконання – В-3г. Тиск 8 кгс/см^2	Вуглецева сталь
Насос НГС	Перекачування рідкої фази ЗВГ	2	Насосно-компресорне відділення	Насос типу НГС. Продуктивність – $5,0 \text{ м}^3/\text{год}$; Робочий тиск 16 кгс/см^2 ; Тиск на прийом – 8 кгс/см^2	Вуглецева сталь
Наповнювальне відділення					
Карусельна установка типу УНБН-01-06	Наповнення балонів зрідженим газом	2	Приміщення наповнювального відділення	Кількість постів – 6; Робочий тиск газу – 16 кгс/см^2 ; Робочий тиск повітря $2,5 \text{ кгс/см}^2$;	Вуглецева сталь
Ємність для зливу залишків, що не випарувалися	Зберігання залишків, що не випарувалися	1	Зовнішній майданчик ГНП	Горизонтальна підземна ємність $V = 5,0 \text{ м}^3$; $P_{\text{роб.}} = 1,0 \text{ Мпа}$;	Вуглецева сталь
База зберігання зрідженого газу (підземна)					
Резервуар для зберігання зрідженого газу «пропан-бутан»	Зберігання зрідженого газу	8	Зовнішній майданчик ГНП	Горизонтальна підземна ємність Об'єм: $5,0 \text{ м}^3$; Тиск – до 16 кгс/см^2	Вуглецева сталь
Пост заправки паливних баків автомобілів, що працюють на зрідженому газі					
Пост заправки паливних баків	Наповнення паливних баків автомобілів зрідженим газом	1	Зовнішній майданчик ГНП	Трубопровід, обладнаний контрольно-вимірними приладами, швидкісними клапанами та муфтами для підключення гнучких шлангів.	Вуглецева сталь

Додаток Е.
Акт впровадження результатів магістерської роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІнЕБМД, к.т.н., доцент
_____ Іщенко В. А.
« ____ » _____ 2021 р.

АКТ
впровадження результатів
магістерської кваліфікаційної роботи студентки групи ТЗД-20м
Нечипорук Анастасії Сергіївни
на тему: «НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ ПУНКТИВ ВІДКРИТОГО АКЦІОНЕРНОГО
ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЯГАЗ»
у навчальний процес

Комісія у складі професора Петрука В.Г., професора Кватернюка С. М., професора 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 дисциплін: «Природоохоронні технології» і «Економіка інноваційних рішень» впроваджено такі результати, розроблені магістрантом *Нечипорук Анастасією Сергіївною*:

1. Метод використання кротонового альдегіду для одоризації газу.
2. Природоохоронні заходи для газонаповнювальних пунктів ВАТ «ВІННИЦЯГАЗ».

« ____ » _____ 2021 р.

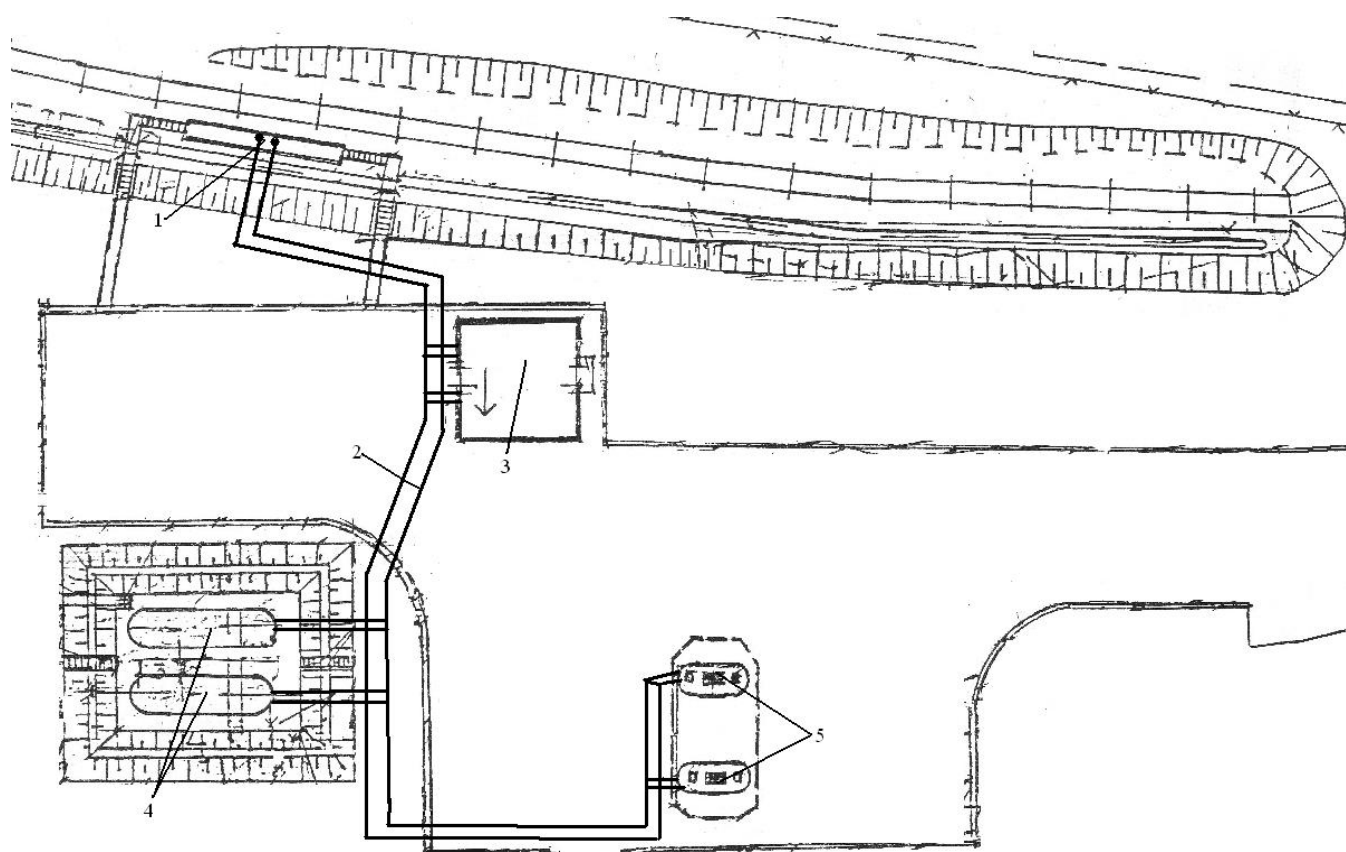
Голова комісії: _____ д.т.н., професор, завідувач кафедри ЕЕБ
Петрук В.Г.

Члени комісії: _____ д.т.н., професор каф. ЕЕБ Кватернюк С.М.

_____ д.т.н., професор кафедри ЕЕБ Петрук Р. В.

План-схема газонаповнювального пункту міста

Калинівки



1 – естакада (джерела №36-38);

2 – трубопровід (джерела №55-62);

3 – насосно-компресорне відділення (джерела №63-72);

4 – ємності №1,2 (джерела №43-54);

5 – наповнювальні колонки №1,2 (джерела №39-42).

					08-48.МКР.109.00.001 ГЧ				
					План-схема газонаповнювального пункту міста Калинівки	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Нечипорук А.С.		15.12					
Перевірів		Васильківський І.В.		15.12					
Т.контр.				15.12		Аркуш 1		Аркушів 5	
Опонент		Ранський А.П.		15.12		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-20м			
Н. контр.		Васильківський І.В.		15.12					
Затвердив		Петрук В.Г.		15.12					

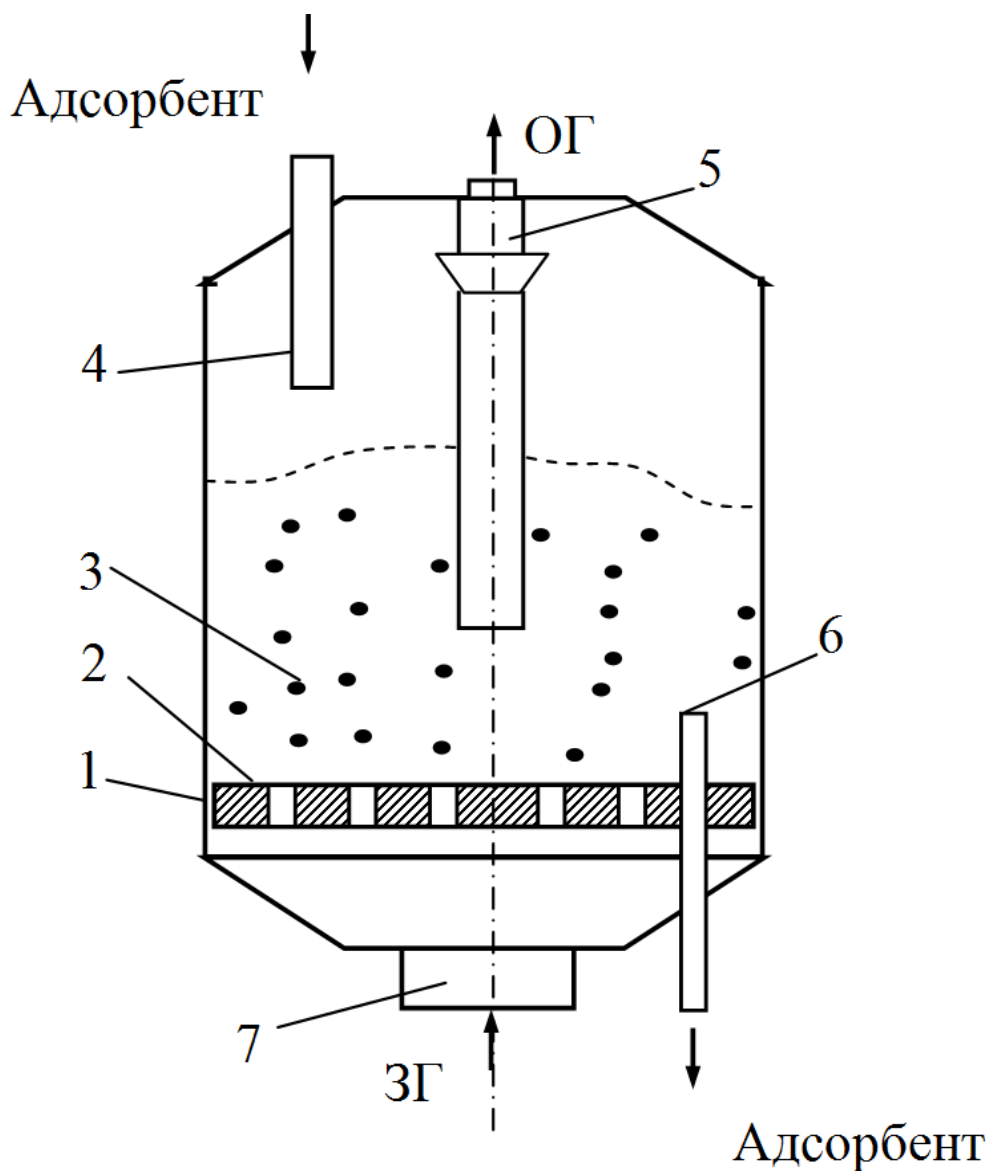
**Викид забруднюючих речовин Калинівського
газонаповнювального пункту**

ВАТ «Вінницягаз»

№ п/п	Найменування речовин	Тип речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Потужність викиду вабруднюючих речовин, т/рік
1	Пропан	Газ	65	-	3,1755
2	Бутан	Газ	200	4	1,779
3	Етан	Газ	65	-	0,1682
4	Метан	Газ	50	-	0,0684
5	Етилмеркаптан	Аерозоль	0,00003	-	0,00077
6	Сірководень	Газ	0,008	2	0,00016
ВСЬОГО					5,19203

					08-48.МКР.109.00.002 ГЧ				
					Викид забруднюючих речовин Калинівського газонаповнювального пункту ВАТ «Вінницягаз».	Літ.	Маса	Масшт	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Нечипорук А.С.		15.12					
Перевірів		Васильківський І.В.		15.12					
Т.контр.				15.12		Аркуш 2		Аркушів 5	
Опонент		Ранський А.П.		15.12		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-20м			
Н. контр.		Васильківський І.В.		15.12					
Затвердив		Петрук В.Г.		15.12					

Адсорбер з киплячим шаром адсорбенту



1 – циліндричний корпус з конусом знизу;

2 – розподільна решітка;

3 – адсорбент;

4 – патрубок для введення адсорбенту;

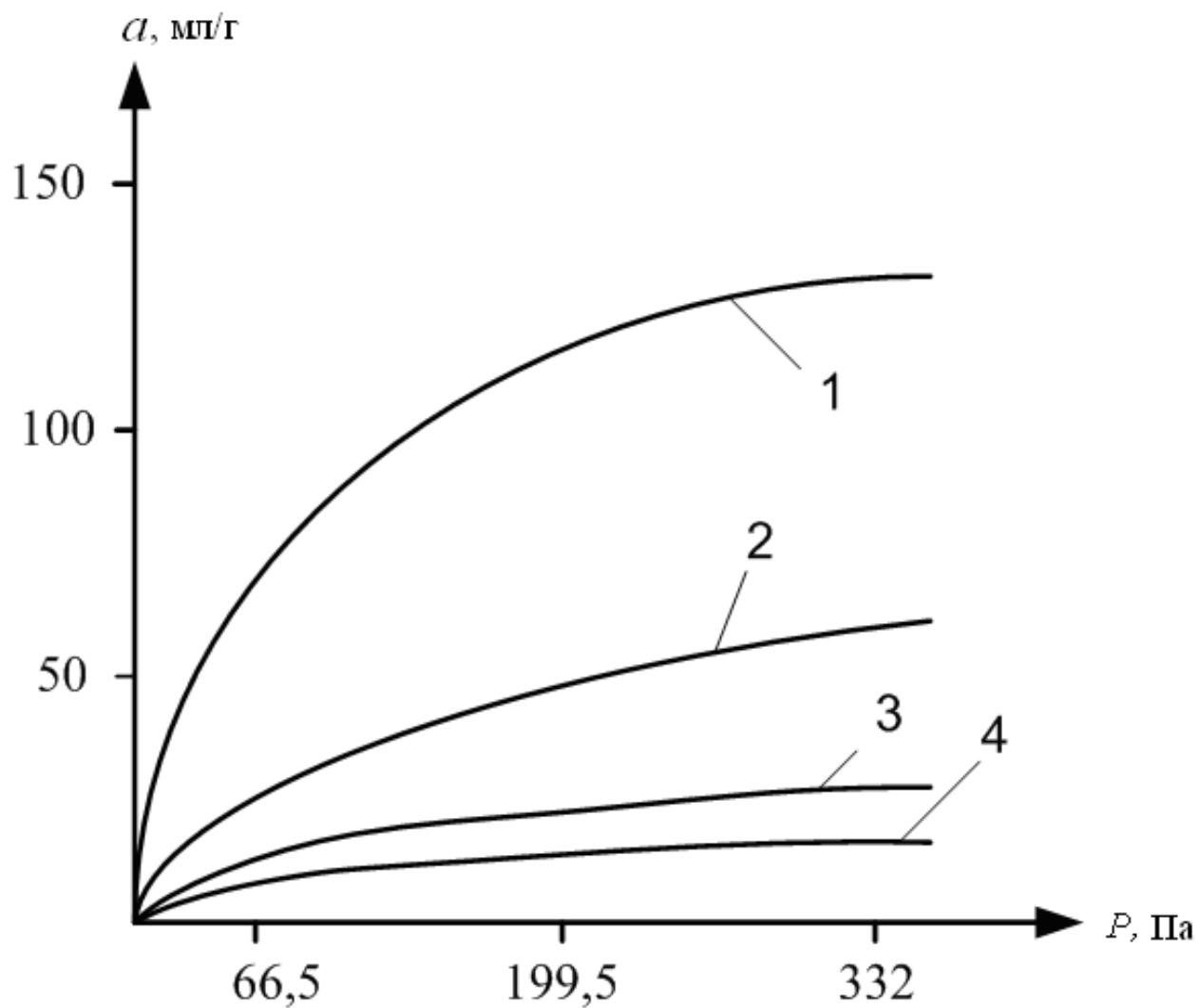
5 – пристрій для виведення очищеного газу;

6 – патрубок для виведення адсорбенту;

7 – штуцер для подачі забрудненого газу

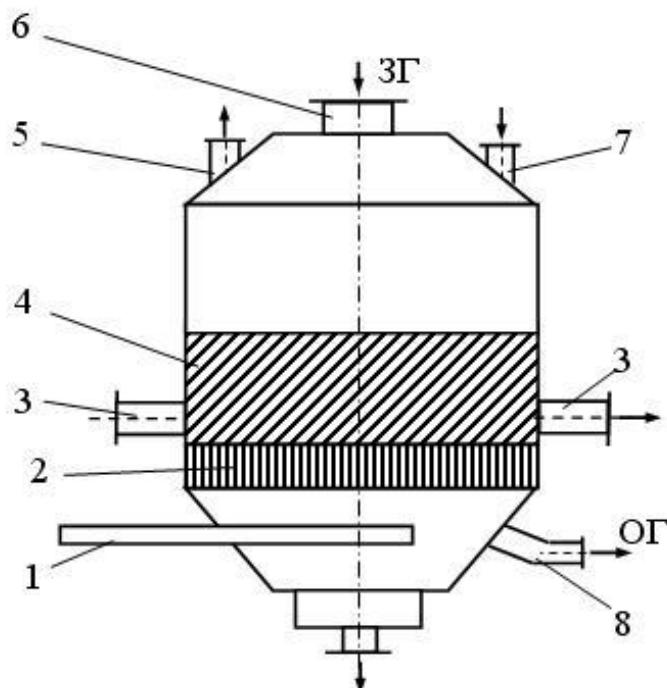
					08-48.МКР.109.00.003 ГЧ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Адсорбер з киплячим шаром адсорбенту	Літ.	Маса	Масшт			
Розробив		Нечипорук А.С.		15.12							
Перевірів		Васильківський І.В.		15.12							
Т.контр.				15.12		Аркуш 3 Аркушів 5					
Опонент		Ранський А.П.		15.12		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-20м					
Н. контр.		Васильківський І.В.		15.12							
Затвердив		Петрук В.Г.		15.12							

**Ізотерми адсорбції SO₂ на активованому вугіллі СКТ при
різних температурах, °С:
1 – 20; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150**



					08-48.МКР.109.00.004 ГЧ				
					Ізотерми адсорбції SO ₂ на активованому вугіллі СКТ при різних температурах, °С: 1 – 20; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150.	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Нечипорук А.С.		15.12					
Перевірив		Васильківський І.В.		15.12					
Т.контр.				15.12		Аркуш 4		Аркушів 5	
Опонент		Ранський А.П.		15.12		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-20м			
Н. контр.		Васильківський І.В.		15.12					
Затвердив		Петрук В.Г.		15.12					

Схема та технічні характеристики адсорбера «АДМ-50»



1 – штуцер для відведення конденсату; 2 – решітка; 3 – люки для вивантаження адсорбенту; 4 – адсорбент; 5 – штуцер для відведення парів при десорбції; 6 – патрубок для підведення забрудненого газу; 7 – люк для завантаження адсорбенту; 8 – штуцер для відведення очищеного газу та повітря під час регенерації

Технічні характеристики адсорбера «АДМ-50»

Характеристики, параметри	Тип адсорбера	
	АДМ-50а	АДМ-50с
Робочий або умовний тиск, МПа (кгс/см ²)	0,07 (0,7)	
Розрахунковий тиск, МПа (кгс/см ²)	0,48 (4,8)	
Пробний тиск, МПа (кгс/см ²)	0,6 (6,0)	
Внутрішній діаметр, мм	360	
Висота, мм	675	
Найменування робочого середовища	Газова суміш метану та меркаптанів (тіолів)	
Внутрішній об'єм, м ³	0,05	
Маса корпусу адсорбера, кг	10,7±0,2	
Маса адсорбера (з адсорбентом), кг	30,7±0,2	35,7±0,2
Коефіцієнт гідралічного опору при дельта Р = 0,07 МПа, не більше	7 000	7 000
Поглинаюча здатність (динамічна адсорбційна ємність по парах етилмеркаптану), кг	7,0	4,0

					08-48.МКР.109.00.005 ГЧ				
					Схема та технічні характеристики адсорбера «АДМ-50».	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Нечипорук А.С.		15.12					
Перевірив		Васильківський І.В.		15.12					
Т.контр.				15.12		Аркуш 5		Аркушів 5	
Опонент		Ранський А.П.		15.12		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-20м			
Н. контр.		Васильківський І.В.		15.12					
Затвердив		Петрук В.Г.		15.12					