

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та
екології**

**Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр

на тему: **Післяпроектний моніторинг впливу на довкілля
Чижівського нафтогазоконденсатного родовища**

Виконала: здобувачка вищої освіти
за освітньою програмою Екологія
спеціальності 101 Екологія
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 101Еко_бд

Жадан Таміла Яківна

Керівник: **Самойлік М.С., доктор економі-
чних наук, професор**

Рецензент: **Міленко О.Г., кандидат сільсь-
когосподарських наук, доцент**

Полтава – 2024 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля
Освітня програма Екологія
Спеціальність 101 Екологія
Рівень вищої освіти бакалаврський

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Павло ПИСАРЕНКО

«__» «_____» 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Жадан Таміли Яківни

1. Тема роботи: **«ПІСЛЯПРОЕКТНИЙ МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЧИЖІВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА»**

керівник роботи: д.е.н., професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Самойлік Марина Сергіївна

Затверджено засіданням кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

протокол №__ від «__» «_____» 20__р.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «__» «_____» 2024р.

3. Вихідні дані до роботи: Дані щодо проведення досліджень на території Чижівського нафтогазоконденсатного родовища у період 2019-2023 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз екологічного стану на території нафтового родовища, оцінка впливу на атмосферне повітря, водне середовище, ґрунти діяльності Чижівського родовища НГВУ «Полтаванафтогаз», обґрунтування заходів покращення екологічної ситуації нафтового родовища, очікувані показники реалізації запропонованих заходів, їх економічна ефективність

5. Перелік графічного матеріалу: карти, рисунки, графіки, гістограми за темою та об'єктом дослідження.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я Прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання отримав

7. Дата видачі завдання: «__» «_____» 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1. Вибір і затвердження теми роботи		
2. Складання та погодження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу		
3. Опрацювання літературних джерел		
4. Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5. Виконання теоретичного розділу роботи		
6. Виконання дослідницького (експериментального) розділів роботи		
7. Оформлення тексту роботи		
8. Попередній захист роботи на кафедрі		
9. Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10. Нормоконтроль		
11. Захист кваліфікаційної роботи		

Здобувач вищої освіти _____ Таміла ЖАДАН

Керівник роботи _____ Марина САМОЙЛІК

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Подальший успішний розвиток ПЕК країни багато в чому залежить від випереджаючого, порівняно з досягнутим рівнем видобутку, приросту видобутих запасів вуглеводневої сировини промислових категорій. Перспективи розширення мінерально-сировинної бази в Україні тісно пов'язані з темпами ведення геологорозвідувальних робіт на нафту і газ бурінням глибоких і надглибоких свердловин. Підтримка досягнутого рівня видобутку вуглеводнів за рахунок підвищення ефективності вилучення залишкових трудновитягуваних запасів на пізній та завершальній стадіях розробки нафтогазових родовищ не можливе без буріння ущільнюючої сітки свердловин (пологих, горизонтальних, багатовибійних) у складних гірничо-геологічних, природно-термічних.

Аналіз сучасного стану технології буріння та закінчення свердловин показує, що ефективному вирішенню цих завдань перешкоджають такі фактори, як значна глибина та несумісність геолого-технічних умов буріння, аномальність термодинамічних умов закінчення свердловин як природного, так і техногенного походження, природні властивості тампонажних матеріалів буріння.

При цьому не можна не враховувати негативний вплив на процес будівництва свердловин тенденцій, що закономірно розвиваються, пов'язаних зі зниженням з 15% до 10% введених у розробку великих родовищ, збільшенням до 80% фонду видобувних свердловин на родовищах на пізній і завершальній стадіях розробки з погіршенням структурою обводненості продукції, що видобувається.

В умовах, що склалися ключовими проблемами підвищення якості, ефективності та екологічної безпеки бурових робіт є:

- захист природних колекторських властивостей нафтогазових пластів при закінченні та експлуатації свердловин;
- підвищення герметичності кріплення та гідравлічної досконалості конструкції вибою;

- мінімізація впливу процесу будівництва свердловин на навколишнє природне середовище.

Тому, *метою даної роботи є оцінка природоохоронної діяльності Чижівського родовища НГВУ «Полтаванафтогаз» та розробка заходів, що мінімізують негативний вплив процесу буріння на навколишнє середовище.*

Об'єкт дослідження – Чижівське родовища НГВУ «Полтаванафтогаз».

Предмет дослідження: оцінка впливу на навколишнє середовище Чижівського родовища НГВУ «Полтаванафтогаз» у контексті сталого розвитку.

Методи досліджень: В основу методології дослідження покладено такі наукові методи: ресурсного та цільового підходів; метод економіко-математичного моделювання; метод експертних оцінок; економіко-статистичні методи, методи факторного та кластерного аналізу, прогнозування, картографування (для аналізу та оцінювання ефективності управління сферою охорони довкілля); евристичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті узагальнення теоретичних і експериментальних даних сформовано науково-практичні засади оцінки впливу на навколишнє середовище нафтового родовища.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати досліджень, висновки, пропозиції і рекомендації використані для оцінки впливу на навколишнє середовище Чижівського родовища НГВУ «Полтаванафтогаз».

Особистий внесок здобувача - у постановці і проведенні досліджень, виконанні експериментальної частини досліджень, узагальненні результатів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.

ВПЛИВ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ

Україна належить до числа держав світу, які мають запаси всіх видів паливно-енергетичної сировини (нафта, природний газ, вугілля, торф, уран та ін.), але ступінь забезпеченості запасами та їх видобуток не створюють необхідний рівень енергетичної незалежності, оскільки основну частину енергетичних ресурсів ми отримуємо внаслідок імпорту.

Завдяки вивченню геології запасів нафти і газу багатьма фахівцями в цій області зокрема такими як (В. І. Созанський т,1990; Б. П. Кабиш, 2002; В. Г. Космачов, 2005) було досліджено що головними областями в яких зосереджена найбільша кількість родовищ нафти і газу є Сумська, Львівська, Полтавська, Івано-Франківська, Чернігівська, Харківська (табл. 1.1-1. 3)

Таблиця 1.1. Родовища нафти України

Регіон	Кількість відкритих родовищ	Кількість що розробляються	Запаси, млн. тонн
Сумська	21	17	40,9
Львівська	17	9	35,5
Полтавська	23	17	31,2
Івано-Франківська	23	17	26,1
Чернігівська	20	17	15,1
Харківська	11	4	11,7
Чернівецька	1	-	7,6
Одеська	2	-	5,5
АР Крим	10	1	5,1
Дніпропетровська	5	5	1,1
України	133	87	179,8

Таблиця 1.2. Родовища газу України

Регіон	Кількість відкритих родовищ	Розробляється	Запаси, млрд. м ³
Полтавська	62	32	634,4
Харківська	41	21	402,5
АР Крим	23	2	108,3
Львівська	30	20	101,2
Сумська	18	15	82,6
Івано-Франківська	20	16	31,6
Дніпропетровська	13	10	21,6
Чернігівська	9	5	13,0
Луганська	11	7	11,8

Таблиця 1.3. Паливно-енергетична забезпеченість України

Назва	Кількість родовищ	Запаси
Нафта, млн. тонн	133	146,7
Газовий конденсат	151	80,7
Газ природний, млрд. м ³		
вільний	241	1098,5
розчинений	104	37,2

Нафтове і газоконденсатне забруднення поряд із пестицидами визнані у світі пріоритетними забруднюючими речовинами [18,19]. Їх негативна дія на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, екологічні системи й здоров'я людей відзначається на всіх етапах промислового освоєння цих продуктів: від буріння, переробки, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання. За даними фахівців [21], абсолютна більшість (89-96%) аварійних розливів нафти викликають сильні і незворотні пошкодження природних біоценозів. У районі нафтопроводів існують області з постійно порушеним рослинним покривом. На трасах трубопроводів ширина зони таких руйнувань змінюється від 40 до 400 м для однієї магістральної нитки. Вуглеводні розсіюються в навколишньому природному середовищі повсюдно, оскільки в сучасному світі немає такої галузі господарської діяльності людини, де б вони не використовувалися. В області, які вільні від господарської діяльності людини (заповідники, важкодоступні території), вуглеводні транспортуються з повітряними і водними потоками. Окрім того, щорічно збільшується кількість джерел надходження вуглеводнів у навколишнє середовище. Територію країни вкривають густим мереживом трубопроводи. Тільки нафто- і газопроводів з

діаметром труби 400 і більше мм прокладено понад 22 000 км[18].

Існує глобальне та регіональне розсіювання вуглеводнів яке відбувається, як правило, із суми джерел, що знаходяться іноді на значних відстанях і мало пов'язаних між собою. Зараз актуального значення набули імпактні забруднення природного середовища нафтопродуктами. Такі забруднення, що мають, як правило, конкретне джерело, створюють значне одноразове навантаження на ґрунт, воду, біологічні об'єкти, завдаючи часом великої шкоди народному господарству і природі. Імпактне забруднення - основний об'єкт контролю в даний час.

Головні потенційні джерела забруднення природного середовища газоконденсатом - це газопромисли, нафтогазопроводи, сховища [5]. Газоконденсат - природна суміш легкокипячих нафтових вуглеводнів, що знаходиться в надрах у газоподібному стані, а при охолодженні і зниження тиску до атмосферного (в умовах денної поверхні) розпадається на рідку (конденсат) і газову складові. Газовий конденсат використовується як паливо, а також для переробки в прямогінний бензин, дизельне і пічне паливо. Він є одним із видів нафтопродуктів. Нафта - це рідкий природний розчин, що складається з великої кількості вуглеводнів (ВВ) різноманітної будови і високомолекулярних смолисто-асфальтенових речовин. У ньому розчинено деяку кількість води, солей, мікроелементів. Головні елементи: С - 83-87%, Н - 12-14%, N, S, O - 1-2%, рідше 3-6% за рахунок S. (табл. 1.4).

Таблиця 1.4. - Порівнювальна характеристика нафти та газоконденсатної суміші

Порівняльна характеристика нафти та газоконденсатної суміші	
Газоконденсат	Нафта
Визначення	
Газоконденсат – природна суміш легкокипячих нафтових вуглеводнів (C ₅ H ₁₂), що знаходиться в надрах землі в газоподібному стані, а при охолодженні і зниженні тиску до атмосферного розпадається на рідку (конденсат) і газову складові	Нафта- це рідка складна природна суміш, що складається з великої кількості рідких насичених вуглеводнів, у яких розчинені газоподібні і інші речовини
Зовнішній вигляд	
Колір: може змінюватися від солом'яного до жовто-коричневого через приміси нафти. Газовий конденсат іноді називають білою нафтою. Стан: рідкий і газоподібний	Колір: бурий і темно-коричневий (до чорного), рідше жовтий і зеленуватий і, зовсім рідко, зустрічається майже безбарвна, так звана «біла нафта». Стан: рідкий, твердий і газоподібний
Фракційний склад :	
легка фракція (g=830кг/м ³);	- легка фракція (g=850кг/м ³);

	-середня фракція($g=850 - 950\text{кг/м}^3$); - важка фракція($g=950 \text{ кг/м}^3$ і більше);
Хімічний склад	
Метанові вуглеводні (30-70%) Нафтові вуглеводні (30-50%) Ароматичні вуглеводні (5-30%).	Парафінові вуглеводні (30-35%) Нафтенові вуглеводні (25-75%) Ароматичні вуглеводні (10-20%) Вуглеводні змішаної (гібридної) будови — парафіно-нафтенові, нафтенно-ароматичні.
Температура кипіння	
T до 250°C ;	- легка фракція (T до 250°C); - середня фракція (T= $200-350^{\circ}\text{C}$); - важка фракція (T = $350-550^{\circ}\text{C}$);
Використання	

Проблеми нафтового забруднення за своїми характеристиками, властивостями та складом, є досить поширеними та достатньо дослідженими на протязі багатьох років. В той час як дослідження газоконденсату та його основних характеристик, складу, впливу на різні екосистеми не значна кількість. В Росії проблеми пов'язані з газоконденсатом розглядалася в наукових працях дослідників А.В. Богачкової [12], В.С. Мерчева, С.А. Аристанбекової [13], тоді як в Україні досліджень в цій області невелика кількість, так як основна увага приділяється нафтовому забрудненню. Але згідно статистичних даних Україна забезпечена покладами саме газу та газоконденсату. Саме тому необхідно проаналізувати та визначити токсичний вплив та наслідки забруднення газовим конденсатом різних компонентів довкілля: ґрунтів, підземних вод, рослин та мікроорганізмів. На забруднених газоконденсатом територіях формується специфічний мікроклімат, зумовлений мікрорельєфом, складом субстрату, порушеним водним та зміненим температурним режимами, з'являється специфічний запах. Чорне забарвлення забруднених ґрунтів призводить до надмірного поглинання сонячної радіації.

Газоконденсатні виливи утворюють на поверхні ґрунту щільну, в'язку бітумінозну кірку. Забруднення ґрунтів газоконденсатною сумішшю зумовлює зміни їх фізико-хімічних властивостей. Так, склеювання структурних частинок ґрунту призводить до значного зростання в'язкості і щільності ґрунтової маси, що погіршує його повітряно-водний режим. Ґрунти, просочені газоконденсатом, втрачають здатність вбирати і затримувати вологу. У таких ґрунтах створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал. Порушується вуглецево-азотний баланс ґрун-

ту: різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом за рахунок вуглецю нафти, знижується нітрифікаційна здатність, зменшується вміст нітратного азоту, вільного фосфору, обмінного калію, змінюється вміст поглинутих основ кальцію і магнію. Це погіршує азотний режим ґрунту і порушує кореневе живлення рослин [14]. Газоконденсатна суміш це легкі високотоксичні вуглеводні, які важко засвоюються мікроорганізмами, тому довго зберігаються у нижніх частинах ґрунтового профілю в анаеробному стані [15].

Забрудненням ґрунтів газоконденсатною сумішшю вважається збільшення концентрацій цих речовин до такого рівня, при якому: порушується екологічна рівновага в ґрунтовій екосистемі; відбувається зміна морфологічних, фізико-хімічних і хімічних характеристик ґрунтових горизонтів; змінюються водно-фізичні властивості ґрунтів; порушується співвідношення між окремими фракціями органічної речовини ґрунту, зокрема між ліпідними і гумусовими складовими; створюється небезпека вививання з ґрунту газоконденсату; вторинного забруднення ґрунтових та поверхневих вод. Основними механізмами деградації ґрунту при забрудненні

газоконденсатом є: безпосереднє пригнічення біологічних процесів токсичними компонентами; зменшення вологості ґрунту й заблокування поживних речовин внаслідок гідрофобізації поверхні важкими вуглеводнями; диспергація ґрунту одновалентними катіонами супутніх солей [14].

Забруднення газоконденсатними розливами становлять велику небезпеку для нормального функціонування ґрунтів. Залежно від концентрації у ґрунті, нафтогазоконденсатна суміш може повністю позбавити його родючості, перетворюючи ґрунт у насичену нафтопродуктами губку. Коли суміш потрапляє до ґрунту, в його товщі відбувається її латеральне і радіальне розділення. Ґрунти відіграють роль хроматографічної колонки (зокрема, система ґрунтових горизонтів, які проявляють себе як геохімічні фільтр-бар'єри), сприяючи розшаруванню нафтопродуктів. Так як газоконденсатна суміш являється легкою фракцією нафти, просочування у ґрунтовий покрив відбувається швидкими темпами і на значні відстані. Дослідженнями М. А. Глазовської експериментально підтверджена залежність міграції – накопичення НП від рівня вологості ґрунту (чим більш зволожений ґрунт, тим менша можли-

вість внутрішньогрунтового закріплення нафтових продуктів і тим вища активність її радіального та латерального переміщення) [1].

Забруднення проявляється у зміні їх фізико-хімічних властивостей В.С. Гузев і інші [10] в гальмуванні інтенсивності біологічних процесів, зниженні розчинності більшості мікроелементів, різкому збільшенні співвідношення між вуглецем і азотом. Газоконденсатне забруднення перешкоджає нормальному тепло- і газообміну ґрунту. При високих дозах механічні елементи і структурні агрегати ґрунту покриваються нафтовою плівкою, яка ізолює поживні речовини від корневих систем рослин. Ґрунтові частки злипаються, а при старінні та частковому окисленні компонентів забруднювача відбувається затвердіння, і ґрунтовий шар перетворюється в асфальтоподібну масу, яка абсолютно не придатна для росту рослин. Відбувається погіршення структури ґрунту, реакція ґрунтового розчину зсувається в лужну сторону, загальний вміст вуглецю збільшується в 2-10 разів, а кількість вуглеводнів - в 10-100 разів. Загальна чисельність і видове різноманіття ґрунтових мікроорганізмів при цьому зазнають значних змін [11]. Дощі, вимиваючи водорозчинну фракцію газоконденсату, переміщують її вглиб ґрунту. В міру пересування вниз по профілю ґрунту вона припиняє мігрувати й стає нерухомою. З попаданням у ґрунт мінеральних солей відбуваються незворотні зміни його агрохімічних властивостей, переродження структури, формування солончаків.

Вміст рухомого фосфору при газоконденсатному забрудненні знижується так само, як і обмінного калію. У ґрунтах, забруднених газоконденсатною сумішшю, відбувається зміна вмісту і складу органічної речовини. При забрудненні ґрунтів органічними сполуками змінюється якісний склад гумусу: зменшується відносний вміст гумінових і фульвокислот, у 1,5-3 рази збільшується кількість негідролізованого залишку, який в свою чергу піддається дуже повільному розкладанню і надовго випадає з біологічного кругообігу, що є однією з причин погіршення родючості ґрунтів. Швидкість мінералізації органічних сполук у ґрунті визначається, в основному, співвідношенням вуглецю і азоту (C:N). Надлишок вуглецевмісних сполук призводить до погіршення азотного режиму ґрунтів і порушення кореневого живлення рослин.

Також газоконденсатне забруднення викликає суттєві зміни в режимах ґрунтів. Головною причиною гальмування розвитку рослин і їх загибелі в результаті забруднення є порушення надходження води, поживних речовин і кисневе голодування. В якості причин, що викликають недолік кисню, відзначають витіснення ґрунтового повітря забрудником, руйнування структури ґрунтів в результаті склеювання, що веде до порушення аерації. Великий вплив на умови зволоження та аерації надає наявність смолисто-асфальтенових компонентів, які змінюють водно-фізичні властивості ґрунтів. Смолисто-асфальтенові компоненти газоконденсату потрапляють до коріння рослин, тим самим погіршуючи надходження до них вологи. У результаті порушується вільний вологообмін, ґрунт втрачає здатність вбирати і утримувати вологу. Крім змін властивостей ґрунтів, нафта викликає глибокі порушення у функціонуванні мікробіоти ґрунту [10].

Природне відновлення ґрунтових екосистем, забруднених нафтою, довготривалий і складний процес. Досить легко нанести шкоди навколишньому середовищу, але для відновлення знадобиться достатньо велика сума грошей, час та відповідні технології. Не можна все це залишати просто так, необхідно впроваджувати необхідні технології для усунення такого роду проблем та завдань. Це допоможе вирішенню багатьох екологічних проблем в Україні та у всьому світі, а також збереженню екосистем. З усіх видів нафтозабруднень ґрунтового середовища, забруднення горизонту ґрунтових вод вважається найбільш небезпечним, оскільки воно може швидко і широко поширюватися за межі початкової ділянки і проникати в поверхневі води (водотоки і водойми), а також до водозабірних споруд, підземних (або поверхневих) вод які відбирають для цілей водопостачання.

РОЗДІЛ 2.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧИЖІВСЬКОГО РОДОВИЩА НГВУ “ПОЛТАВНАФТОГАЗ ”

У даному проекті розглядається один з виробничих об'єктів Чижівського родовища (свердловина №14) –, що розташоване у Миргородському районі Полтавської області на пахотних землях сільхозпідприємств. Мінімальна відстань від межі території КС до житлових будинків - 500м на північний захід.

Таблиця 2.1

Географічні координати

Широта			Довгота		
градуси	мінути	секунди	градуси	мінути	секунди
49	50	31	34	32	45

Характеристика рельєфу площадки

Рельєф місцевості спокійний, перепад висот в радіусі 2км складає менше 50м. Поверхня площадки рівна з невеликим нахилом на південний захід.

Гідрогеологічні дані по площадці

Характеристика ґрунтів :суглинки.Ґрунтово-рослинний шар складає шар із коріннями дерев товщиною в 0,8-0,9 м, темно-бурий із карбонатними включеннями, щільний.

Допустимі навантаження на ґрунт $2,0 \text{ кг/см}^2$

Рівень ґрунтових вод та їх характеристика на глибині 6,2 ÷ 6,6 м. Амплітуда коливання ґрунтових вод $\pm 1,0 \div 1,2$ м. У воді відсутні агресивні складові.

Глибина промерзання найбільша – 1,0 ÷ 1,2 м; найменша – 0,25 ÷ 0,46 м

Дані про затоплюваність території

Територія не затоплюється

Переважні вітри південно – західні. Найбільша швидкість вітру 6,2 м/с. Штилі і тумани бувають на протязі бдб. Коефіцієнт стратифікації А-200. Об'єкти природно-заповідного фонду в даному районі відсутні.

Основними технологічними об'єктами транспортування та зберігання газу є компресорні станції (КС), які призначені для підвищення тиску та перекачування газу по магістральному газопроводу. У результаті певних техпроцесів, які здійснюються на КС(очистка, компримування, охолодження газу), можливий негативний вплив на довкілля.

Основним обладнанням магістрального трубопровідного транспорту, викиди якого повинні бути нормовані, є газотурбінні двигуни газоперекачувальних агрегатів (ГПА).

Таблиця 2.2

Характеристика газотранспортної системи

Параметри ГТС	Одиниця виміру	Кількість
Довжина газопроводів, всього в т.ч. – магістральних газопроводів - газопроводів-відводів	км	1101,426 830,491 270,935
Кількість компресорних станцій (компресорних цехів)	шт.	3
Кількість газоперекачувальних агрегатів	шт.	21
Потужність компресорних станцій	тис.квт.	184,1
Кількість підземних сховищ газу (ПСГ)	шт.	-
Загальна активна ємність ПСГ	млн.м.куб.	-
Кількість газорозподільчих станцій (ГРС)	шт.	39
Кількість працюючих	чоловік	470

Газорозподільні станції

Газорозподільні станції (ГРС) призначені для подачі газу населеним пунктам та промисловим підприємствам із заданим тиском і необхідним ступенем очищення й одоризації.

На ГРС високий тиск газу знижується, і він під тиском 0,3, 0,6 або 1,2 МПа надходить у розподільні мережі та газорозподільні пункти споживачів.

Основні вузли ГРС: вузол переключення, очищення, підігрівання, редукування, обліку й одоризації газу.

Допоміжні вузли ГРС: будинок ГРС або шафні блоки, опалення й вентиляція, електроустаткування, захист від блискавки і пристрої електрохімзахисту, засоби зв'язку з диспетчером УМГ.

Вузол переключення містить вхідний і вихідний трубопроводи із запірною арматурою з ручним та пневмогідроприводом. Передбачається байпас із двома кранами: перший по ходу – із пневмоприводом, другий – із ручним. При аварійному відключенні ГРС і неможливості відключення споживача газ подають по обводній лінії з ручним редукуванням тиску (короткочасно).

Для захисту розподільних мереж від підвищення тиску на вихідному трубопроводі встановлюють по два запобіжних клапани типу ППК, СППК, налагоджені на тиск спрацьовування, що не перевищує 10 % номінального вихідного тиску.

Вузол запобігання гідратуутворення призначений для запобігання обмерзання арматури й утворення кристалогідратів у газопровідних комунікаціях і арматурі.

Заходами запобігання гідратуутворення можуть бути:

- загальний або частковий підігрів газу ;
- місцевий обігрів корпусів регуляторів тиску;
- введення метанолу в комунікації ГРС.

Підігрів повинен забезпечити температуру газу вище температури точки роси на 5-7 °К.

Доцільно застосовувати загальний підігрів газу на ГРС із продуктивністю до 70 тис.м³/годину.

Обігрівання корпусів регуляторів тиску може застосовуватись як додатковий спосіб у системі запобігання гідратуутворень або як основний спосіб на ГРС , де захист від перевищення або зниження тиску газу здійснюється безпосередньо регуляторами тиску.

Вузол редукування газу знижує високий тиск газу і підтримує його в межах, встановлених угодою із споживачем газу.

Редукування тиску на ГРС може здійснюватись :

- двома лініями редукування однакової продуктивності, які оснащені однотипною перекривно-регулювальною арматурою (одна лінія робоча, а друга-резервна);
- трьома лініями редукування, оснащеними однотипною перекривно-регулювальною арматурою, із яких дві лінії робочі (продуктивність кожної – 50%) і одна резервна (продуктивністю 100 %);
- з використанням більше 3-х ліній редукування і у цьому випадку дозволяється застосування до кожної із 3-х ліній обвідної лінії продуктивністю 35-40% (3-х ліній), оснащеної краном-регулятором або нерегульованим дроселем.

Лінії редукування повинні бути оснащені свічками для стравлювання газу.

Вузол очищення газу призначений для запобігання попадання механічних домішок і рідини у технологічні трубопроводи, обладнання , засоби контролю і автоматики ГРС та у вихідні газопроводи після ГРС.

Для очищення газу на ГРС застосовуються пиловловлюючі апарати. Проектами, як правило , передбачається монтаж двох апаратів очищення, які за принципом дії поділяються на дві групи – апарати сухого і мокрого відділення механічних домішок . До апаратів сухого відділення домішок відносяться гравітаційні сепаратори і циклонні пиловловлювачі, принцип дії яких полягає в штучному осаджуванні забруднень під діями сил ваги і в результаті зниження швидкості течії газу.

До апаратів мокрого відділення відносяться масляні пиловловлювачі, в яких очищення газу здійснюється шляхом промивання його рідиною.

Вузол одоризації газу призначений для надання запаху газу з метою своєчасного виявлення його витоків за запахом. Як одоранти для одоризації природного газу можуть застосовуватись етилмеркаптан, суміш природних меркаптанів, тетрагідротіофен, альдегід кротоновий.

У залежності від характеру розгерметизації, погодних та інших умов горіння природного газу може бути у вигляді:

Детонації (вибух газонебезпечної суміші)- згоряння газонебезпечної суміші з надзвуковими швидкостями;

Дефлаграції (хлопок, спалах, хвиля полум'я) - згорання газоповітряної суміші з дозвуковими швидкостями;

Смолоксипового горіння- дифузійне горіння газоповітряної суміші в атмосфері;

Блок №1.-вузол переключення

Блок №2- вузол редукування

Блок №3 - вузол підігріву газу

Блок №4-вузол обліку газу

Блок №5-вузол одоризації газу

Блок №6- вузол очищення газу

Вихідні дані для оцінки потенціалу вибухонебезпечності:

- маса газу, що знаходиться у вибухонебезпечній хмарі, при руйнуванні на ШПК, 52,8т;
- на ЕККР, ЕКД- 79,6 т;
- на ШДК, ЕДК-63,6 т;
- на Більск- Солоха, Більск- Суми, Солоха-Диканька- 16,3 т.

Таблиця 2.3

Потенційна вибухонебезпечність

№ блоку	Загальний енергетичний потенціал, кДж	Відносний енергетичний потенціал	Приведена маса пар,т	Категорія вибухонебезпечності
2	$2,65 \times 10^9$	83,7	57,5	1
3	$2,65 \times 10^9$	89,0	57,5	1
4	$2,65 \times 10^9$	83,7	57,5	1
5	$8,17 \times 10^8$	56,5	17,8	1
6	$3,99 \times 10^8$	95,9	69,3	1
7	$3,19 \times 10^8$	95,9	69,3	1
8	$3,19 \times 10^9$	95,9	69,3	1

Таблиця 2.4

Характеристики можливої вибухонебезпечної зони, вибухів і смолоксипового горіння

Блок №1		
Характерис-	Масова швидкість витікання, кг/з	4440

тики вибухо-небезпечної зони	Маса газу у вибухонебезпечній зоні,т	79,6
	Довжина хмари,м	610
	Ширина хмари,м	77
Блок №2		
Характеристики вибухонебезпечної зони	Масова швидкість витікання, кг/з	1540
	Маса газу у вибухонебезпечній зоні,т	16,3
	Довжина хмари,м	360
	Ширина хмари,м	45
Блок №3		
Характеристики вибухонебезпечної зони	Масова швидкість витікання, кг/з	1540
	Маса газу у вибухонебезпечній зоні,т	16,3
	Довжина хмари,м	360
	Ширина хмари,м	45
Блок № 4		
Характеристики вибухонебезпечної зони	Масова швидкість витікання, кг/з	1540
	Маса газу у вибухонебезпечній зоні,т	16,3
	Довжина хмари,м	360
	Ширина хмари,м	45
Блок №5		
Характеристики вибухонебезпечної зони	Масова швидкість витікання, кг/з	4440
	Маса газу у вибухонебезпечній зоні,т	79,6
	Довжина хмари,м	610
	Ширина хмари,м	77
Блок № 6		
Характеристики вибухонебезпечної зони	Масова швидкість витікання, кг/з	3825
	Маса газу у вибухонебезпечній зоні,т	63,6
	Довжина хмари,м	570
	Ширина хмари,м	71

Таблиця 2.5

Характеристика ударної хвилі вибуху

№ блоку	Маса газу, що приймає участь в аварії,т	Радіус ізобар (м) надлишкового тиску у фронті ударної сили				
		100 кПа	70 кПа	28 кПа	14 кПа	2кПа
1	79,6	204	251	456	759	4126
2	16,3	120	148	269	448	2432
3	16,3	120	148	269	448	2432
4	16,3	120	148	269	448	2432
5	79,6	204	251	456	759	4126

6	52,8	178	219	397	662	3600
7	63,6	189	233	423	705	3830
8	63,6	189	233	423	705	3830

Вплив ударної хвилі може привести до повного руйнування сусідніх газопроводів, перемичок і відгалужень у межах хмари (77-130 м).

Таблиця 2.6

Характеристика вражаючої дії ударної хвилі вибуху на людей.

Ступінь травмування	Відстань від центру вибуху, м
Блок №1	
Сильні травми з частим смертельним результатом	< 204
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів і мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	204-276
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	276-358
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	358 - 580
Блок № 2	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<120
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	120-163
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок.	163-211
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	211-342
Блок № 3	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<120
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	120-163
Серйозні контузії, ушкодження органів	163-211

слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	211-342
Блок № 4	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<120
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	120-163
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	163-211
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	211-342
Блок № 5	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<204
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	204-276
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	276+358
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	358ч-580
Блок № 6	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<189
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	189-256
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	256н-332
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	332ч-538
Блок № 7	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<189
Сильна контузія всього організму,	189 -256

ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	256 -332
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	332 - 538
Блок № 8	
Сильні травми з частим смертельним результатом	<189
Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів мозку, важкі переломи кінцівок з можливим смертельним результатом	189-256
Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	256 - 332
Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок	332 -538

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ДІЯЛЬНОСТІ ЧИЖІВСЬКОГО РОДОВИЩА НГВУ “ПОЛТАВАНАФТОГАЗ”

Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин.

Джерела викидів КС підрозділяються на організовані до яких відносяться димові труби ГПА та ПГА, труби та дефлектора вентиляційних установок зварювального відділення та механічних майстерень ЛЕС, ремонтних та стояночних боксів автогосподарства, акумуляторної ВЕБ, пункту заміру газу, приміщень перекачки масла цеху ГПА та складу конденсату, приміщень хімлабораторії та кухні столової, а також газоочисна система столярної майстерні..

Свічки та запобіжні клапани на технологічних емкостях метанолу бензину дизпалива та конденсату.

Дихальні люки екостей для зберігання компресорного масла.

Свічки компресорного цеху для скиду газу при зупинках, пусках та проведенні регламентних та ремонтних робіт на ГПА.

Свічки на газопроводі при заміні діафрагм на замірному пункті.

Свічки на ГРС для скиду газу при надлишковому тиску на вході, проведенні регламентних робіт та заправці одоризаційного бачку.

До неорганізованих джерел забруднюючих викидів відносяться відкриті стоянки карбюраторного та дизельного автомобільного транспорту, відкрита стоянка тракторів, відкрита площадка для фарбування транспорту перед техоглядом.

Технологічний процес не передбачує різкого зростання викидів, пов'язаних з зміною циклічності або при зупинці роботи ГПА.

Характеристика газоочисних установок.

Джерело викидів забруднюючих речовин столярного відділення обладнано газоочисною установкою: пилоосадною камерою з ефективністю вловлювання пилу деревного – 40%.

Газоочисні установки знаходяться в задовільному технічному стані, характеристика їх наведена у таблиці 2.3.

Характеристика викидів забруднюючих речовин від основних виробництв.

До основних виробництв КС належать:

- перекачування газу для дальнього транспорту;
- підігрів паливного газу ГПА;
- забезпечення турбокомпресорів ГПА мастильними матеріалами;
- боротьба з гідратуутворенням при транспортуванні газу .

Характеристика викидів забруднюючих речовин від вказаних основних виробництв, та деяких допоміжних виробництв, викиди яких є суттєвими, наведено у таблиці 3.1.

Висновки та рекомендовані заходи з експлуатації і наладки технологічного обладнання та газоочисних установок.

Технологічний процес застосований на КС відповідає сучасному світовому рівню. У майбутньому зміна технологічного процесу не передбачається. Ураховуючи невеликий об'єм виробництва у столярному відділенні введення другої ступіні очищення вважається недоцільним. Для запобігання підвищення вмісту оксиду вуглецю та діоксидів азоту у викидах ГПА рекомендовано проводити еколого –технічні обстеження не менш ніж 1 раз на рік та своєчасно проводити регламентно-ремонтні роботи.

Обґрунтування повноти і вірогідності вихідних даних для розрахунку нормативів ГДВ і аналіз перспективи розвитку підприємства з екологічної точки зору.

Вихідні дані для розрахунку нормативів ГДВ для джерел КС були одержані при інвентаризації викидів забруднюючих атмосфери речовин і наведені у відповідному звіті по інвентаризації викидів. При визначенні газодинамічних параметрів викидів застосовувались інструментальні вимірювання швидкості і температури газових потоків, концентрації шкідливих речовин у них, для чого використовувались державно атестовані прилади, які пройшли чергову перевірку. Потужність викидів забруднюючих речовин розраховувалась з використанням питомих показників виділення забруднюючих речовин у конкретних технологічних процесах, реа-

льних витрат паливного газу, технологічних речовин і матеріалів, паспортних даних обладнання та реальної частоти і тривалості виробничих процесів, які супроводжуються виділенням забруднюючих речовин. Перелік забруднюючих речовин, присутніх у викидах підприємства, також їх санітарно-токсикологічні характеристики наведено у таблиці 3.1. Загальна кількість забруднюючих речовин – 34, 20 з них містяться тільки у залпових викидах, 8 токсикантів присутні як у стаціонарних, так і у залпових викидах, а у стаціонарних викидах міститься 22 забруднюючих речовин. Відомості про джерела утворення забруднюючих речовин, параметри в потужності їх викидів наведено у звіті по інвентаризації викидів забруднюючих речовин на КС.

Таблиця 3.1

Найменування забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря.

№ п/п	Найменування речовини	ГДК м.р. ОБРЗ мг/м ³	Клас небез- пеки	Потужність викидів забруднюючих речовин т/рік		
				стаціонарних	залпових	разом
1	2	3	4	5	6	7
1	Азоту двоокис	0,085	2	229,1579	0,116	229,2739
2	Оксид вуглецю	5,0	4	664,218	1,4624	665,6804
3	Заліза оксид	0,5	3	0,0022	0,00125	0,00345
4	Марганцю оксид	0,01	2	0,00016	0,000091	0,000251
5	Кремнію діоксид	0,15	3	0,00015	0,000086	0,000236
6	Фториди	0,2	2	0,00015	0,000086	0,000236
7	Фтористий во- день	0,02	2	0,00019	0,00011	0,0003
8	Масло мінеральне	0,05	3	0,006299	0,00000021	0,0063
9	Метан	50	4	-	69,0528	69,0528
10	Пил деревини	0,1	-	0,5915	-	0,5915
11	Спирт метило- вий	1,0	3	-	0,0336	0,0336
12	Етилмеркаптан	0,0000 3	-	-	0,000043	0,000043
13	Акролеїн	0,03	2	0,00082	-	0,00082
14	Ангідрид сірча- ний	0,5	3	0,00000031	-	0,00000031
16	Бензин	5,0	4	-	0,70822	0,70822
17	Бензол	1,5	2	0,000022	-	0,000022
18	Вуглеводні C12- C19	1,0	4	-	0,008414	0,008414
19	Гас	1,2	-	-	0,102066	0,102066

20	Кислота азотна	0,4	2	0,000045	-	0,000045
21	Кислота оцтова	0,2	3	0,000063	-	0,000063
22	Кислота сірчана	0,3	2	0,000153	-	0,000159
23	Кислота соляна	0,2	2	0,0000071	-	0,0000071
24	Кислота орто-фосфорна	0,02	-	0,000028	-	0,000028
25	Ксилол	0,2	3	-	0,106	0,106
26	Сольвент	0,2	-	-	0,04	0,04
27	Спирт бутиловий	0,1	3	-	0,01	0,01
28	Уайт-спирит	1	-	-	0,02	0,02
29	Толуол	0,6	3	0,000021	-	0,000021
30	Пил резини	0,1	-	0,00126	-	0,00126
31	Сажа	0,15	3	0,0018	-	0,0018
32	Гексан	60	4	0,0122		0,0122
33	Пил абразивно-металевий	0,4	-	-	0,01485	0,01485
34	Олова оксид	0,02	3	-	0,00000008	0,00000008

Разом 965,6819

Проведення розрахунків забруднення атмосфери та аналіз одержаних результатів

Аналіз інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин, які функціонують на про майданчику КС ЛВУМГ показав, що стаціонарними є 23 джерела викидів а саме: димові труби газоперекачуючих агрегатів, підігрівачів газу, технологічні труби ГПА, вентиляційні труби та дефлектори виробничих приміщень, а також 94 джерела залпових викидів якими являються свічки та джерела які працюють в короткочасному технологічному режимі. Усього на підприємстві розташовано 117 технологічних джерел викидів, від яких в атмосферне повітря поступає 34 забруднюючих речовин з яких основними є оксиди азоту, вуглецю оксиди, метан, пил деревини (таблиця 3.1). Всі параметри та характеристики джерел викидів та їх номери наведені у таблицях інвентаризації 2.1 та 2.2. При розрахунках розсіювання урахувалось, що одночасно на КС можуть працювати не більше чотирьох ГПА. У стаціонарних викидах джерел КС присутні Азоту двоокис, Оксид вуглецю, Заліза оксид, Марганцю оксид, Кремнію діоксид, Флориди, Фтористий водень, Масло мінеральне, Метан, Пил деревини, Бензин, Бензол, Акролеїн, Ангідрид сірчаний, Ацетон, Бензол, Кислота азотна, Кислота оцтова, Кислота сірчана, Кис-

лота соляна, Кислота ортофосфорна, Тoluол, Пил резини, Сажа. Викиди вказаних речовин були проаналізовані з точки зору доцільності проведення РЗА таблиця 3.2 згідно вказівкам “Інструкції щодо оформлення та змісту проекту нормативів гранично допустимих викидів” і ОНД-86, п.5.21.Критерієм доцільності проведення розрахунків розсіювання викидів є величина параметру $M_i/\Gamma ДК$, де M_i - сумарне значення величина викиду-ї речовини від усіх джерел підприємства, г/с.

Таблиця 3.2

Оцінка доцільності проведення РЗА

№ п/п	Найменування речовини	ГДК м.р. ОБРЗ мг/м ³	M_i г/с	$M/\Gamma ДК$	Доцільність проведення РЗА: так або ні
1	Заліза оксид	0,5	0,041	0,082	ні
2	Марганцю оксид	0,01	0,00031	0,031	ні
3	Кремнію діоксид	0,15	0,00027	0,0018	ні
4	Фториди	0,2	0,00027	0,0013	ні
5	Фтористий водень	0,02	0,00035	0,0175	ні
6	Масло мінеральне	0,05	0,004	0,08	ні
7	Пил деревини	0,1	0,375	3,75	так
8	Акролеїн	0,03	0,00029	0,01	ні
9	Ангідрид сірчаний	0,5	0,00000031	0,000	ні
10	Ацетон	0,35	0,000063	0,0002	ні
12	Бензол	1,5	0,000024	0,00001	ні
13	Кислота азотна	0,4	0,000048	0,00012	ні
14	Кислота оцтова	0,2	0,000067	0,00035	ні
15	Кислота сірчана	0,3	0,00002	0,00007	ні
16	Кислота соляна	0,2	0,000071	0,0004	ні
17	Кислота ортофосфорна	0,02	0,000029	0,0015	ні
18	Тoluол	0,6	0,000023	0,00004	ні
19	Пил резини	0,1	0,000686	0,007	ні
20	Сажа	0,15	0,003	0,02	ні
21	Гексан	60	0,021	0,0004	ні

Таким чином було встановлено, що з 21 забруднюючої речовини, що містяться у стаціонарних викидах КС розрахунок розсіювання доцільно виконувати для чотирьох токсикантів, а саме: оксиду та діоксиду азоту, оксиду вуглецю та пилу деревени. Потужність викидів оксиду азоту перераховувалась у потужності викидів NO₂ і NO згідно методичних рекомендацій Мінекобезпеки.

Розрахунок розсіювання шкідливих речовин в атмосфері виконаний по програмі "Эол-плюс", версія 5.23. Розрахункові модулі програми реалізують "Ме-

тодику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств" ОНД-86.

Дана програма призначена для оцінки впливу шкідливих викидів проєктованих і діючих підприємств на забруднення приземного шару атмосфери.

Програма "Эол-плюс" дозволяє розраховувати поля забруднень для крапкової моделі джерела викиду забруднюючих речовин із круглим і прямокутним устям труби, лінійної моделі, двох моделей площинного джерела. При розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері можуть враховуватися вплив рельєфу. У систему убудована база даних ГДК і груп суммацій.

Масив швидкостей вітру включає задану швидкість, середньозважену модифіковану $U_{m.c.}$ у частках 1.5; 1.0; 0.5. Загальна кількість розрахункових швидкостей вітру прийнято рівним 5, а крок перебору швидкостей вітру рівним 10 градусам.

На ситуаційній карті-схемі району розташування підприємства нанесена координатна сітка, побудована таким чином, що напрямок осі X збігається з напрямком на схід, а напрямок осі Y з напрямком на північ.

У завданні ЕОМ на розрахунок розсіювання заданий прямокутник. Прямокутник заданий таким чином, що містить у собі промплощадку, а також прилягаючу до неї територію. Його розміри 2000 м * 2000 м. Розрахунковий прямокутник розбитий розрахунковою сіткою на вузли кроком 100 * 100 м, вузли якої є розрахунковими крапками.

Крім того, розрахунки забруднення атмосфери проведені на відстані 650м від джерел викидів до межі найближчого житлового будинку: контрольна крапка №1 ($x=-790$, $y=-270$).

Автоматизовані розрахунки забруднення атмосфери проведені без урахуванням фонових концентрацій, через відсутність даних про фонове забруднення атмосфери в районі розташування промобекту що розглядається, бо фон не встановлюється для територій на яких не має стаціонарних постів спостереження атмосфери. Метеорологічні параметри які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері в районі розташування КС, наведено в додатку.

На границі найближчого житлового будинку максимальна приземна концентрація оксиду вуглецю , 0,078, азоту діоксиду 0,068, азоту оксиду 0,44, пилу деревини 0,29 часток ГДК відповідно.

Згідно перспективного плану робіт КС у період з 2005 по 2009 роки не передбачається зміна технології виробництва або збільшення обсягу робіт у порівнянні з 2004 роком.

Розрахунок розсіювання шкідливих речовин в атмосферу у зоні впливу підприємства показав, що на межі найближчої житлової зони а також на межі санітарно-захисної зони, що приземні концентрації не перевищують відповідних ГДК. Тому фактичні викиди шкідливих речовин джерелами КС пропонується узгодити як гранично допустимі. Пропозиції по нормативам ГДВ забруднюючих речовин у атмосферне повітря наведені у таблиці 3.3.

Контроль за дотриманням нормативів ГДВ на підприємстві.

Контроль за дотриманням нормативів ГДВ (ТПВ) безпосередньо на джерелах викидів може здійснюватися або силами підприємства, або організацією даного відомства, або сторонньою спеціалізованою організацією на договірних засадах.

Необхідність контролю за дотриманням нормативів ГДВ (ТПВ) на підприємстві визначається виконанням нерівностей:

$$M / \text{ГДК} * H_{\text{ср}} > 0.01 \text{ при } H_{\text{ср}} > 10 \text{ м.},$$

$$M / \text{ГДК} > 0.1 \text{ при } H_{\text{ср}} = < 10 \text{ м.},$$

Де M - сумарна максимальна величина викиду шкідливої речовини з усіх джерел по підприємству, г/с;

ГДК - максимальна-разова гранично-допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі населених місць, мг/м³;

$H_{\text{ср}}$ - середня висота джерела викиду по підприємству, м.

Необхідність контролю відбита в таблиці 3.4

Таблиця 3.3

Значення критерію необхідності контролю за викидами забруднюючих речовин

№ п/п	Найменування речовини	ГДК м.р. ОБРЗ мг/м ³	Потужність викиду M_i г/с	МГДК	Середня висота джерела $h_{ср}$ м	Необхідність контролю: так або ні.
1	Азоту двоокис	0,085	1,1619	13,6	30	Так
2	Оксид вуглецю	5,0	20,624	4,12	30	Так
3	Заліза оксид	0,5	0,041	0,082	5,5	Ні
4	Марганцю оксид	0,01	0,00031	0,031	5,5	Ні
5	Кремнію діоксид	0,15	0,00027	0,0018	5,5	Ні
6	Фториди	0,2	0,00027	0,0013	5,5	Ні
7	Фтористий водень	0,02	0,00035	0,0175	5,5	Ні
8	Масло мінеральне	0,05	0,004	0,08	6	Ні
9	Пил деревини	0,1	0,375	3,75	6	Так
10	Акролеїн	0,03	0,00029	0,01	14	Ні
11	Ангідрид сірчаній	0,5	0,0000031	0,000	9	Ні
12	Ацетон	0,35	0,000063	0,0002	6	Ні
13	Бензол	1,5	0,000024	0,00001	6	Ні
14	Кислота азотна	0,4	0,000048	0,00012	6	Ні
15	Кислота оцтова	0,2	0,000067	0,00035	6	Ні
16	Кислота сірчана	0,3	0,00002	0,00007	8	Ні
17	Кислота соляна	0,2	0,000071	0,0004	6	Ні
18	Кислота ортофосфорна	0,02	0,000029	0,0015	6	Ні
19	Толуол	0,6	0,000023	0,00004	6	Ні
20	Пил резини	0,1	0,000686	0,007	9	Ні
21	Сажа	0,15	0,003	0,02	3,5	Ні
22	Гексан	60	0,021	0,0004	3,5	Ні

З даних таблиці що контролюють за додержанням нормативів ГДВ підлягають викиди оксидів азоту, вуглецю оксиду та пилу деревини. Таким чином формально контролю за дотриманням нормативів ГДВ підлягають чотири речовини, що присутні у викидах стаціонарних джерел КС. Оксиди азоту та оксид вуглецю містяться у вихідних газах ГПА, ПГА та пил деревини у викидах столярної майстерні.

Створення системи моніторингу за техногенним впливом ГПА на навколишнє середовище

Одним з екологічно небезпечних об'єктів на КС є газоперекачувальні агрегати (ГПА). У камері згоряння (КЗ) ГПА відбувається перетворення внутрішньої енергії палива в механічну й теплову енергію робочого тіла. При цьому у процесі згоряння палива утворюються шкідливі для екосистеми речовини (ШР), які разом з вихлопними газами викидаються в атмосферу і призводять до збільшення в ній генерації аерозольних частинок і підвищенню кислотності опадів .

В основу роботи газотурбінних установок (ГТУ) покладено процес згоряння газоповітряної суміші в КЗ турбоагрегату. Сучасні турбоагрегати в якості робочого тіла використовують природний газ, тобто саме той продукт, який перекачують трубопроводом. Під час його спалювання утворюються такі ШР, як оксиди азоту (NO_2), вуглецю (CO) та сірки (S), незгорілі вуглеводи і тверді частинки, які після проходження через турбіни високого та низького тисків розсіюються в атмосфері. Особливість цих ШР полягає в тому, що вони є сумішшю одночасно кількох токсичних компонентів. Останнє робить проблему забруднення регіонів, де розміщено КС, значно серйознішою та потребує її негайного вирішення.

Підвищення концентрації токсичних речовин понад норму вказує на відхилення роботи агрегату від нормального режиму експлуатації та появу на ньому дефектів. Це у свою чергу призводить до збільшення емісії шкідливих речовин в атмосферу та неефективного використання палива, що обумовлює зниження ккд установки, і, як наслідок, - до економічних збитків.

Для підвищення ефективності роботи ГПА та здійснення контролю за його техногенним впливом на навколишнє середовище необхідна оперативна та достовірна інформація про якісний та кількісний склад продуктів згоряння на виході з ГПА [2].

Досвід експлуатації ГПА свідчить про те, що ефективність його роботи в переважній більшості залежить від якості планово-попереджувальних ремонтів (ППР). Норми періодичності ППР встановлюють на основі групи показників роботи ГПА. Однак на практиці в одних випадках технічне обслуговування певного агрегату виконується передчасно, а в інших навпаки - із запізненням. В обох випадках мають місце значні економічні збитки. Тому вирішенням проблеми було б попередження відмов елементів і вузлів ГПА та проведення ремонтів за потребою, тобто на основі інформації про його фактичний технічний стан. Зрозуміло, що без наявності автоматичної системи технічної діагностики ГПА та її складової частини з контролю за екологічним станом сьогодні неможливо обійтися.

У зв'язку з посиленням уваги до охорони навколишнього середовища в нашій державі не виключено, що в майбутньому екологічні норми та вимоги до облад-

нання стануть ще суворішими. В свою чергу це може призвести до призупинки експлуатації обладнання та штрафних санкцій. Тому на даному етапі важливим питанням є розробка та впровадження такої системи автоматичного контролю за екологічним станом ГПА, яка б не тільки постійно стежила за хімічним складом вихлопних газів, але й аналізувала причини збільшення чи зменшення їх викидів. Для вирішення цього завдання автором цієї статті створено систему моніторингу за шкідливими викидами із ГПА ГТК-10. Вона дає можливість оцінювати ступінь ефективності того чи іншого режиму роботи, а також надавати автоматичній системі діагностування додаткову інформацію про технічний стан ГПА. Остання, в свою чергу, дає змогу точніше визначати стан ГПА та передбачати можливі аварійні ситуації.

На сьогодні з метою одержання достовірних даних про компонентний і кількісний склад ШР у вихлопних газах ГПА проводяться екологічно-технічні іспити. Такі випробування проводяться у трьох режимах роботи агрегатів у діапазонах навантажень 50+100%. Для проведення даних іспитів використовується в якості технічного засобу переносний газоаналізатор типу Testo-term (Німеччина), сертифікований Держстандартом України. У відпрацьованих газах агрегатів безпосередньо вимірюють концентрації NO , NO_2 , CO , CO_2 . Концентрація двооксиду вуглецю (CO_2) розраховується за виміряною концентрацією кисню. У зв'язку з відсутністю в паливі вмісту H_2S виміри двооксиду сірки (SO_2) проводяться рідко.

На наведених графіках (рис. 1, 2) відображено рівні концентрації ШР у вихлопних газах ГПА залежно від кількості годин його експлуатації після проведення чергового ППР і роботи агрегату у трьох режимах. З експериментальних даних видно, що концентрація ШР у продуктах згоряння зазвичай перебуває в межах допустимих значень, передбачених каталогом техніко-екологічних показників ГПА. Але поряд із цим трапляються і випадки перевищення норм, що є ознакою несправності в роботі певного агрегату або невдало вибраними режимами його роботи. Так, найчастіше перевищення норм викидів CO і NO спостерігається в агрегатах, які мають великий термін напрацювання після останнього ППР. Практика експлуатації ГПА свідчить про те, що збільшення концентрації ШР у вихлопних газах прямо зале-

жить від кількості годин роботи ГПА.

Встановлення залежності викиду оксидів азоту з ГТУ від обсягу транспортування природного газу дасть можливість здійснювати моніторинг і керування екологічною ситуацією та технологічними режимами роботи КС, оцінювати матеріальні збитки, заподіяні внаслідок забруднення навколишнього середовища. Крім цього, дослідження процесів утворення оксидів азоту в ГТУ допоможе розробити нові методи зниження їх концентрації у вихлопному газі [3]. Зміна режиму роботи газотурбінної установки призводить до збільшення або зменшення потужності на вихідному валі ГТУ і найчастіше пов'язана зі зміною обсягу перекачування природного газу по газопроводу.

Витрати паливного газу є функцією ефективної потужності ГТУ, яка визначається за формулою:

$$Q_{n.g.} = f(N^e),$$

а ефективна потужність ГТУ - функція об'ємної продуктивності в кінці газопроводу - за формулою:

$$N^e = \varphi(G_v) .$$

Аналіз результат заміру концентрації оксидів азоту у вихлопному газі ГТУ залежно від зміни режиму роботи турбіни свідчить, що викид оксидів азоту збільшується із зростанням числа обертів турбіни низького тиску (ТНТ) (рис. 3) та витрати паливного газу (рис. 4).

Роботи з проведення інструментального контролю вмісту ШР у вихлопних газах ГПА проводяться за методикою, яка розроблена українською інженерною асоціацією "АССОЄК". Але, на жаль, ця методика та вищезгадані прилади не дають достатньо оперативної і достовірної інформації про фактичне техногенне навантаження ГПА на навколишнє середовище.

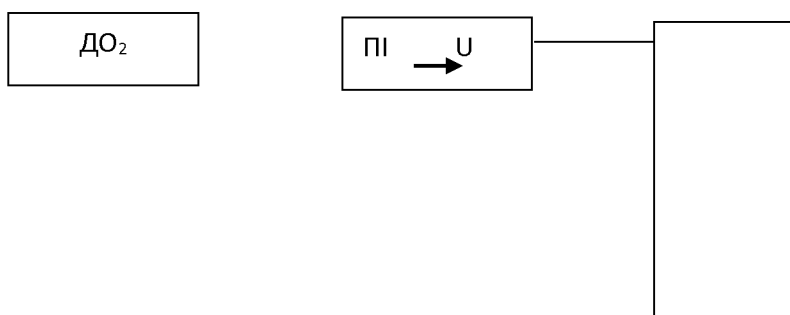
Так, проаналізувавши результати екологічно-технічних випробувань, які були проведені у КЦ 2 Долинського УМГ на ГПА ГТК-10, не можна зробити конкретні висновки про ефективність роботи того чи іншого агрегату. Ці виміри та методика дають можливість лише фіксувати концентрацію ШР в продуктах згоряння залеж-

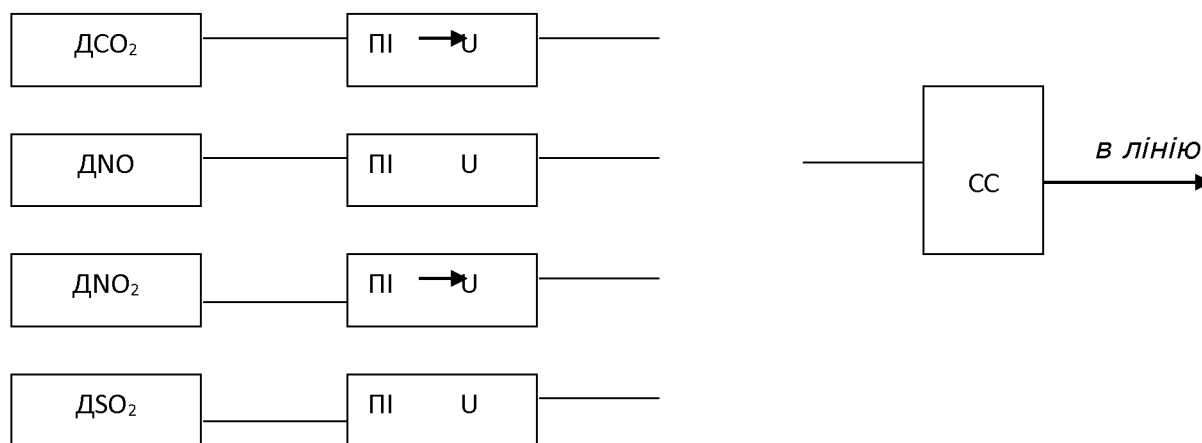
но від режимів роботи компресора, але не дають відповіді про причини збільшення чи зменшення вмісту даних речовин, про шляхи зменшення їх викидів. Також відсутня методика прогнозування викидів залежно від збільшення терміну експлуатації ГПА після проведення чергового ППР.

Саме тому для визначення концентрації ШР і розрахунку за ними кількості шкідливих викидів із ГПА автором цієї статті було спроектовано систему автоматизованого контролю екологічних показників ГПА [4]. На рис. 5 наведено загальну структурну схему системи.

Алгоритм роботи спроектованої системи полягає у наступному: при ввімкненні пристрою починає працювати мікроконтролер - він виконує команди програми, починаючи з першої. Потім мікроконтролер опитує порт послідовного інтерфейсу, очікуючи запит на проведення вимірювання. При надходженні цього запиту мікроконтролер по чергово перетворює рівні напруги, що надійшли від перетворювачів з підсилювачами в цифровий сигнал. Виконавши перетворення всіх п'яти сигналів, він через блок послідовного інтерфейсу передає в лінію зв'язку сигнал готовності до передачі даних і очікує сигнал готовності до прийому від керуючого комп'ютера. Отримавши цей сигнал, мікроконтролер викликає дані з пам'яті і передає їх за допомогою блока послідовного інтерфейсу до комп'ютера. Передавши всі потрібні дані, мікроконтролер знову починає очікувати запит на вимірювання в режимі зменшеного енергоспоживання.

Розроблена система призначена для повсякденного контролю кількості викидів в атмосферу забруднюючих речовин і створення бази даних їх концентрації у продуктах згоряння ГПА ГТК-10. Для цієї системи на основі даних хіміко-технологічної лабораторії і екологічних випробувань було розроблено програмне забезпечення, за допомогою якого проводитиметься розрахунок питомого викиду забруднюючої речовини із ГПА (рис. 3.1).





$ДO_2$, $ДCO$, $ДNO$, $ДNO_2$, $ДSO_2$ – давачі вимірювальної концентрації відповідно O_2 , CO , NO , NO_2 , SO_2 ;

ПІ \rightarrow U – перетворювачі "струм-напруга" на ОП, з підсилювачем;

МК – мікро контролер;

СС схема спряження

Рис. 3.1. Загальна структурна схема системи

Таблиця 3.4

План-графік контролю за дотриманням нормативів ГДВ (технологічних нормативів) на джерелах викидів і на контрольних точках
КС ЛВ УМГ

№ джерела викидів	№ контрольної точки	Виробництво, дільниця, цех.	Найменування речовини, яка контролюється	Дозволений обсяг забруднюючої речовини		Періодичність контролю	Назва методики визначення (посилання на НД)	Організація що проводить вимірювання
				мг/м ³	г/с			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Компресорний цех, ГПА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація
2	1	Компресорний цех, ГПА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація
3	1	Компресорний цех, ГПА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація
4	1	Компресорний цех, ГПА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	спеціалізована організація

			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
5	1	Компресорний цех, ППА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
6	1	Компресорний цех, ППА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
7	1	Компресорний цех, ППА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
8	1	Компресорний цех, ППА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
9	1	Компресорний цех, ППА	Азоту двоокис	10,77	0,2	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
			Оксид вуглецю	269,25	5,0	1раз/рік	МВВ 48.100УГП.3-98	Спеціалізована організація
91	1	Столярна майстерня	Пил деревини	749	0,269	1раз/рік	Гравіметричний	Спеціалізована організація

Визначення категорії небезпеки підприємства.

Згідно “Рекомендацій по делению предприятий на категории безопасности.....” ()

категорія небезпеки підприємства визначається величиною

$$A = \sum \left[\frac{M_i}{ГДК_i} \right]^{a_i}$$

M_i -сумарний викид і-забруднюючої речовини, т/рік;

$ГДК_i$ -середньо добова гранично допустима концентрація і-ї забруднюючої речовини, (або ОБРЗ чи 0,1 ГДК робочої зони) мг/м³;

a_i -коефіцієнт, що належить до класу небезпеки і-ї забруднюючої речовини і дорівнює для речовини 1 класу небезпеки- 1,7; другого- 1,3; третього-1,0; четвертого- 0,9;

n -кількість забруднюючих речовин у викидах підприємства.

Розрахунок категорії небезпеки підприємства наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.5

Розрахунок категорії небезпеки підприємства

№ п/п	Найменування забруднюючої речовини	ГДК м.р. ОБРЗ мг/м ³	Клас небезпеки	Потужність викидів забруднюючих речовин т/рік	a _i	(М _i /ГДК _i)
1	2	3	4	5	6	7
1	Азоту двоокис	0,085	2	229,2739	1,3	28854,69
2	Оксид вуглецю	5,0	4	665,6804	0,9	81,633
3	Заліза оксид	0,5	3	0,00345	1,0	0,0069
4	Марганцю оксид	0,01	2	0,000251	1,3	0,00831
5	Кремнію діоксид	0,15	3	0,000236	1,0	0,001573
6	Фториди	0,2	2	0,000236	1,3	0,000156
7	Фтористий водень	0,02	2	0,0003	1,3	0,004255
8	Масло мінеральне	0,05	3	0,01145	1,0	0,229
9	Метан	50	4	69,0528	0,9	1,337181
10	Пил деревини	0,1	-	0,5915		1
11	Спирт метиловий	1,0	3	0,0336	1,0	0,0336
12	Етилмеркаптан	0,00003	-	0,000043		1
13	Акролеїн	0,03	2	0,00082	1,3	0,009283
14	Ангідрид сірчаний	0,5	3	0,00000031	1,0	6,2E-07
15	Ацетон	0,35	4	0,000059	0,9	0,000402
16	Бензин	5,0	4	0,70822	0,9	0,172218
17	Бензол	1,5	2	0,000022	1,3	5,2E-07
18	Вуглеводні C12-C19	1,0	4	0,008414	0,9	0,013568
19	Гас	1,2	-	0,102066		1
20	Кислота азотна	0,4	2	0,000045	1,3	7,35E-06
21	Кислота оцтова	0,2	3	0,000063	1,0	0,000315
22	Кислота сірчана	0,3	2	0,000159	1,3	5,52E-05
23	Кислота соляна	0,2	2	0,0000071	1,3	1,64E-06
24	Кислота ортофосфорна	0,02	-	0,000028		1
25	Ксилол	0,2	3	0,106	1,0	0,53
26	Сольвент	0,2	-	0,04		1
27	Спирт бутиловий	0,1	3	0,01	1,0	0,1
28	Уайт-спирит	1	-	0,02		1
29	Толуол	0,6	3	0,000021	1,0	0,000035
30	Пил резини	0,1	-	0,00126		1
31	Сажка	0,15	3	0,0018	1,0	0,012
32	Гексан	60	4	0,0122	0,9	0,000476
33	Пил абразивно-металевий	0,4	-	0,01485		1
34	Олова оксид	0,02	3	0,00000008	1,0	0,000004

Всього: 28946,78

Цілями та заходами екополітики підприємства є:

- 1) відповідність положенням законодавчих, нормативно-правових актів, щодо забезпечення охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів;
- 2) зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- 3) упровадження системи заходів, спрямованих на раціональне використання водних ресурсів;
- 4) дотримання технологічних режимів, які забезпечують зменшення обсягів утворення відходів виробництва;
- 5) нормування та контроль промислових викидів в атмосферу, встановлення нормативів гранично-допустимих викидів;
- 6) впровадження 12 режимів експлуатації на промислах для підвищення рівня техногенної безпеки виробництва.
- 7) створення та впровадження замкнених технологічних виробничих процесів.
- 8) створення первинного обліку на місцях.
- 9) Проведення науково-технічних робіт, спрямованих на зниження аварійних ситуацій та їх запобігання на підприємстві.

Для забезпечення необхідних санітарних параметрів мікрокліматичних умов на робочих місцях контролюються наступні фактори та проводяться такі заходи у робочій зоні:

- теплове випромінення від технологічного обладнання та температура оточуючого повітря робочої зони, що впливають як шкідливі фактори на робітників підприємства;
- шумовий вплив від газокompресорних агрегатів;
- проведення санітарно-технічної атестації і паспортизації робочих місць.

Для ефективного впровадження та функціонування системи екологічного управління створює можливості та засоби забезпечення, необхідні для здійснення своєї екологічної політики, цілей та завдань. Можливості впровадження системи екологічного управління забезпечуються:

- людськими, матеріальними та фінансовими ресурсами;
- поєднанням елементів системи управління навколишнім природним середовищем з елементами існуючої системи управління виробництвом;
- розробленою системою підзвітності та функціональної відповідальності;
- екологічною обізнаністю, свідомістю та мотивацією.

Розрахунок параметрів та величин викидів
забруднюючих речовин

Джерела 1-7

Димова труба ГПА типу Ц-6, 3С

Вихідні дані:

Концентрації забруднюючих речовин у димових газах:

$C_{CO}=215$ ppm, $C_{NO}=53$ ppm, $C_{NO_2}=3$ ppm

Атмосферний тиск і температура навколишнього повітря під час вимірювань:

$P_a=746$ мм.рт.ст. = $1,028$ кг/м²; $t_a=25,8$ °С.

Еколого технологічні параметри ГПА.

Витрата продуктів згорання на зрізі димової труби у номінальному режимі $V_1^o=18.56$ нм³/с;

абсолютний тиск повітря за компресором у номінальному режимі: $V_4^o=11,7$ кг/см²;

у робочому режимі: $P_4=9,8$ кг/см²;

коефіцієнт надлишку повітря $\alpha_o=4,8$;

температура димових газів $t_z=440,4$ °С;

діаметр димової труби $D=1,68$;

загальна річна витрата газу $Q_{n.z}=62,9*10^6$ м³/рік;

питомі викиди шкідливих речовин на одиницю тепла, що введено до камери згорання:

$m_{co}^g=300$ мг/ГДж = $1,256$ мг/ккал; $m_{nox}^g=105$ г/ГДж= $0,439$ мг/ккал; $m_{нмлос}^g=3.0$ г/ГДж = $1,25*10^{-2}$ мг/ккал;

температура повітря на вході в компресор T_3, K ;

Час роботи одного ГПА в середньому за рік $\tau=4835$ год/рік

$T_3 = t_a + 2,5 = 25,8 + 2,5 = 28,3^\circ\text{C} = 301,3\text{K}$

Витрата продуктів згорання на зрізі димової труби ГПА у робочому режимі, зведена до нормальних умов:

$$V_{1H} \left(\frac{\text{нм}^3}{\text{с}} \right) = V_1^0 \cdot \left(\frac{P_4}{P_4^0} \right)^{0,8} \cdot \left(\frac{288}{T_3} \right)^{0,5} \cdot \frac{P_a}{1,033} \cdot K_6,$$

де K_6 – коеф. Співвідношення об'ємних витрат сухих та вологих продуктів згоряння палива

$$K_6 = \frac{\alpha_6 - 0,105}{\alpha + 0,105} = \frac{4,8 - 0,105}{4,8 + 0,105} = 0,9571$$

$$V_{1H} = 26,433 \cdot \left(\frac{9,8}{11,7} \right)^{0,8} \cdot \left(\frac{288}{301,3} \right)^{0,5} \cdot \frac{1,028}{1,033} \cdot 0,9571 = 26,433 \cdot 0,8106 \cdot 0,9777 \cdot 0,9952 \cdot 0,9571 = 18,84 \frac{\text{нм}^3}{\text{с}}$$

Витрата продуктів згоряння на зрізі димової труби ГПА при робочих умовах:

$$V_1 = V_{1H} \frac{(273 + t_2) \cdot 760}{273 \cdot P_a \cdot K_6} = 19,67 \frac{(273 + 440,4) \cdot 760}{273 \cdot 756 \cdot 0,9571} = 53,99 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Швидкість виходу димових газів з димової труби:

$$\omega = \frac{4V_1}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 53,99}{3,14 \cdot (1,68)^2} = 24,36 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Концентрація окислів вуглецю і азоту в димових газах, зведена до нормальних умов:

$$C_{CO} \left(\frac{\text{мг}}{\text{нм}^3} \right) = C_{CO} (\text{ppm}) \cdot 1,25 = 215 \cdot 1,25 = 268,75 \frac{\text{мг}}{\text{нм}^3};$$

$$C_{NO_x} \left(\frac{\text{мг}}{\text{нм}^3} \right) = C_{NO_x} (\text{ppm}) \cdot 2,05 = (53 + 3) \cdot 2,05 = 114,8 \frac{\text{мг}}{\text{нм}^3}$$

Потужність викидів:

$$M_i = C_i \left(\frac{\text{мг}}{\text{нм}^3} \right) \cdot V_{1H} \left(\frac{\text{нм}^3}{\text{с}} \right) \cdot 10^{-3}$$

$$M_{CO} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = 268,75 \cdot 18,84 \cdot 10^{-3} = 5,063 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{NO_x} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = 114,8 \cdot 18,84 \cdot 10^{-3} = 2,1628 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

Потужність викидів оксиду та діоксиду азоту для розрахунків розсіювання їх в атмосфері з урахуванням трансформації NO в NO₂:

$$M_{NO} = 0,13 M_{NO_x} = 0,13 \cdot 2,1628 = 0,281 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{NO_2} = 0,8 M_{NO_x} = 0,8 \cdot 2,1628 = 1,73 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

Річні викиди забруднюючих атмосферу речовин при роботі ГПА:

$$M^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = m_i^g \left(\frac{mг}{ккал} \right) \cdot \frac{8200 \frac{ккал}{нм^3}}{Q_{н.п.з.} \left(\frac{ккал}{нм^3} \right)} \cdot B_{н.з.} \left(\frac{ккал}{рік} \right) \cdot 10^{-9},$$

де $Q_{н.п.з.}$ - середня за рік нища теплотворна здатність газу;

$B_{н.з.}$ – загальна кількість тепла, одержана у камері згорання ГПА за рік;

$$B_{н.з.} = Q_{н.з.} \left(\frac{M^3}{рік} \right) \cdot Q_{н.п.з.} \left(\frac{ккал}{M^3} \right) \quad \text{отже}$$

$$M_i^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = m_i^g \cdot 8200 \cdot Q_{н.з.} \left(\frac{M^3}{рік} \right) \cdot 10^{-9}$$

$$M_{CO}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 1,256 \cdot 8200 \cdot 62,9 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9} = 647,8 \frac{m}{рік}$$

$$M_{NO_x}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,439 \cdot 8200 \cdot 62,9 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9} = 226,4 \frac{m}{рік}$$

$$M_{HMЛОС}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 1,256 \cdot 10^{-2} \cdot 8200 \cdot 62,9 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9} = 6,478 \frac{m}{рік}$$

У перерахунку на 1 ГПА:

$$M_{CO} \left(\frac{m}{рік} \right) = \frac{647,8}{7} = 92,54 \frac{m}{рік} \quad ;$$

$$M_{NO_x} \left(\frac{m}{рік} \right) = \frac{226,4}{7} = 32,34 \frac{m}{рік}$$

$$M_{HMЛОС} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,925 \frac{m}{рік}$$

Джерело №8,9 Димова труба підігрівача пускового та імпульсного газу.

Вихідні дані:

Витрата паливного газу $V=145 \text{ м}^3/\text{год}$; $V^{річн.}=635,1 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$;

Діаметр і висота димової труби $D_{тр.}=0,4м.$; $H_{тр.}=5 м.$

Середня нища теплотворна здатність газу: $Q_n=8200 \text{ ккал/м}^3 = 34,33 \text{ МДж/м}^3$;

Питомі викиди забруднюючих речовин з димовими газами:

$m_{co}^g=0,377 \text{ г/Гдж};$ $m_{nox}^g=0,292 \text{ г/Гдж};$ $m_{нмloc}^g=2,08 \cdot 10^{-2} \text{ г/Гдж};$

коефіцієнт надлишку повітря $\alpha_o=3,61$;

температура димових газів $t_z=415,5 \text{ }^\circ\text{C}$;

Теоретичні об'єми продуктів згоряння, які утворюються при згорянні 1м^3 газу $V_{н.з.}^o=10,5\text{м}^3/\text{м}^3$; повітря, яке необхідне для згоряння 1м^3 газу $V_n^o=9,52 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Час роботи підігрівача $\tau=4835 \text{ год/рік};$

Концентрації забруднюючих речовин у димових газах:

$C_{CO}=150 \text{ ppm},$ $C_{NO}=63 \text{ ppm},$ $C_{NO_2}=5 \text{ ppm}$

Атмосферний тиск $P_a=751 \text{ мм.рт.ст.}$

Утрата теплоти через механічну неповноту згоряння $q_4=0,5$.

Витрата вологих продуктів згоряння:

$$V_1 = \frac{B \left(\frac{\text{нм}^3}{\text{рік}} \right) \cdot [V_{н.з.}^o + V_n^o (\alpha - 1)]}{3600} \cdot \frac{273 + t_z}{273} \cdot \frac{760}{P_a} = \frac{145 [10,5 + 9,52(3,61 - 1)]}{3600} \cdot \frac{273 + 415,4}{273} \cdot \frac{760}{751} = 3,633 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Витрата сухих продуктів згоряння, зведена до нормальних умов:

$$V_1 = \frac{B \left(\frac{\text{нм}^3}{\text{рік}} \right) \cdot [V_{н.з.}^o + V_n^o (\alpha - 1)]}{3600} \cdot \frac{\alpha - 0,105}{\alpha + 0,105} = \frac{145 [10,5 + 9,52(3,61 - 1)]}{3600} \cdot \frac{3,61 - 0,105}{3,61 + 0,105} = 1,343 \frac{\text{нм}^3}{\text{с}}$$

Швидкість виходу димових газів з димової труби:

$$\omega = \frac{4V_1}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 3,633}{3,14 \cdot (0,4)^2} = 28,93 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Концентрація шкідливих речовин у димових газах, зведена до нормальних умов:

$$C_{CO} \left(\frac{\text{мг}}{\text{нм}^3} \right) = C_{CO} (\text{ppm}) \cdot 1,25 = 187,5 \frac{\text{мг}}{\text{нм}^3}$$

$$C_{NO_x} \left(\frac{\text{мг}}{\text{нм}^3} \right) = C_{NO_x} (\text{ppm}) \cdot 2,05 = (63 + 5) \cdot 2,05 = 139,4 \frac{\text{мг}}{\text{нм}^3}$$

Потужність викидів шкідливих речовин:

$$M_i \left(\frac{г}{с} \right) = C_i \left(\frac{мг}{нм^3} \right) \cdot V_1 \left(\frac{нм^3}{с} \right) \cdot 10^{-3}$$

$$M_{CO} \left(\frac{г}{с} \right) = 187,5 \cdot 1,343 \cdot 10^{-3} = 0,2518 \frac{г}{с};$$

$$M_{NO_x} \left(\frac{г}{с} \right) = 139,4 \cdot 1,343 \cdot 10^{-3} = 0,1872 \frac{г}{с};$$

Потужність викидів оксиду та діоксиду азоту для розрахунків розсіювання їх в атмосфері з урахуванням трансформації NO в NO₂:

$$M_{NO} = 0,13 M_{NO_x} = 0,13 \cdot 0,1872 = 0,0243 \frac{г}{с};$$

$$M_{NO_2} = 0,8 M_{NO_x} = 0,8 \cdot 0,1872 = 0,1498 \frac{г}{с};$$

Річні викиди забруднюючих атмосферу речовин:

$$M_{CO}^{р\acute{и}чн.} \left(\frac{т}{р\acute{и}к} \right) = 10^{-3} \cdot B^{р\acute{и}чн.} \left(\frac{тис.м^3}{р\acute{и}к} \right) \cdot Q_n \left(\frac{мДж}{м^3} \right) \cdot m_{CO}^q \left(\frac{г/ГДж}{ГДж} \right) \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) = 10^{-3} \cdot 635,1 \cdot 34,33 \cdot 0,377 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100} \right) = 8,180 \frac{т}{р\acute{и}к}$$

$$M_{NO_x}^{р\acute{и}чн.} = 10^{-3} \cdot B^{р\acute{и}чн.} \left(\frac{тис.м^3}{р\acute{и}к} \right) \cdot Q \left(\frac{мДж}{м^3} \right) \cdot 1(1 - \beta),$$

де β -коєф., який залежить від ступіню зниження викидів оксидів азоту через використання технічних заходів; у нашому випадку $\beta=0$.

$$M_{NO_x}^{р\acute{и}чн.} \left(\frac{т}{р\acute{и}к} \right) = 10^{-3} \cdot 635,1 \cdot 34,33 \cdot 0,063 = 1,3738 \frac{т}{р\acute{и}к}$$

$$M_{HMLOC}^{р\acute{и}чн.} \left(\frac{т}{р\acute{и}к} \right) = 10^{-3} \cdot 635,1 \cdot 34,33 \cdot 2,08 \cdot 10^{-2} \cdot 0,9965 = 0,451 \frac{т}{р\acute{и}к}$$

Джерело №10 Аварійна дизельна електростанція.

Вихідні дані:

Робочий об'єм двигуна електростанції $V=30л$;

Питомі викиди забруднюючих речовин у г/с на метр робочого об'єму двигуна:

$$q_{CO}=0,0045 \text{ г/с*л}; \quad q_{NO_x}=0,0015 \text{ г/с*л}; \quad q_{саж\acute{е}т\acute{и}}=1*10^{-4} \text{ г/с*л}; \quad q_{вуглевод\acute{н}и(BB)}=7*10^{-4} \text{ г/с*л}.$$

Діаметр вихлопної труби $D=0,15м$.

Температура відпрацьованих газів $t_2=40\text{ }^\circ\text{C}$

Швидкість виходу димових газів з димової труби $\omega=40\text{ м/с}$;

Час роботи електростанції $\tau=162\text{ год/рік}$;

Частка діоксиду азоту у сумі оксидів азоту, які містяться у відпрацьованих газах дизельних двигунів дорівнює 10%.

Молекулярна маса оксиду азоту $\mu_{\text{no}}=30$

діоксиду азоту $\mu_{\text{no}_2}=46$

Потужності викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами:

$$M_i \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = q_i \left(\frac{\text{г}}{\text{с} \cdot \text{л}} \right) \cdot V(\text{л})$$

$$M_{\text{CO}} = 0,0045 \cdot 30 = 0,1350 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{NO}_x} = 0,0015 \cdot 30 = 0,0450 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{гексана}} = 7 \cdot 10^{-4} \cdot 30 = 0,0210 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{сажі}} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 30 = 0,0030 \frac{\text{г}}{\text{с}}.$$

Потужності викидів оксиду і діоксиду азоту для розрахунку розсіювання в атмосфері з урахуванням трансформації NO в NO_2 :

$$M'_{\text{NO}_2} = 0,1M_{\text{NO}_x} = 0,1 \cdot 0,045 = 0,0045 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M'_{\text{NO}} = 0,9M_{\text{NO}_x} = 0,9 \cdot 0,045 = 0,0405 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 0,8 \cdot \frac{\mu_{\text{NO}_2}}{\mu_{\text{NO}}} \cdot M'_{\text{NO}} = 0,8 \cdot \frac{46}{30} \cdot 0,0405 = 0,0497 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{NO}_2} = 0,0045 + 0,0497 = 0,0542 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{NO}} = 0,2 \cdot M'_{\text{NO}} = 0,2 \cdot 0,0405 = 0,0081 \frac{\text{г}}{\text{с}}.$$

Річні викиди забруднюючих атмосферу речовин:

$$M_i^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = M_i \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) \cdot \tau \left(\frac{\text{с}}{\text{рік}} \right) \cdot 10^{-6}$$

$$M_{CO}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,1350 \cdot 162 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0787 \frac{m}{рік}$$

$$M_{NO_x}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,0450 \cdot 162 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0262 \frac{m}{рік}$$

$$M_{гексон}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,021 \cdot 162 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0122 \frac{m}{рік}$$

$$M_{сажі}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,0030 \cdot 162 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,0018 \frac{m}{рік}$$

Об'ємна витрата відпрацьованих газів:

$$V_1 = \frac{\pi D^2 \omega}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,15)^2 \cdot 40}{4} = 0,706 \frac{m^3}{c}$$

Розрахунок викидів забруднюючих атмосферу речовин з відпрацьованими газами при щомісячних перевірках праездатності аварійної електростанції:

періодичність перевірок $n=12$ раз/рік;

тривалість перевірки $\tau=10$ хв.

$$M_{CO}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,1350 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 9,7 \cdot 10^{-4} \frac{m}{рік}$$

$$M_{NO_x}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,0450 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 3,2 \cdot 10^{-4} \frac{m}{рік}$$

$$M_{гексан}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,0210 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 1,5 \cdot 10^{-4} \frac{m}{рік}$$

$$M_{сажі}^{річн.} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,003 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 2,2 \cdot 10^{-5} \frac{m}{рік}$$

Джерела №11-17 Викиди природного газу із свічі для скиду газу при пусках і зупинках ГПА

Вихідні дані:

Питомі об'єми газу, що стравлюються в атмосферу при:

- пуску ГПА $V_{пуск.} = 40$ м³/пуск

- зупинці ГПА $V_{зуп.} = 700$ м³/зуп.

Діаметр свічі $D=0,08$ м.

Періодичність запусків і зупинок ГПА $n=12$ раз/рік.

Тривалість втручання газу при:

- пусках ГПА $\tau_n = 3$ хв.
- зупинках ГПА $\tau_{зуп.} = 10$ хв.

Густина газу $\rho_{t=16\text{ C, } P=1\text{ атм.}} = 0,7 \text{ кг/м}^3$

Потужність викидів метану при пуску ГПА:

$$M_{\text{CH}_4}^n \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_{\text{пуск}} (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau_n (\text{с})} = \frac{40 \cdot 700}{3 \cdot 60} = 155,5 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

При зупинках ГПА:

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{зуп.}} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{700 \cdot 700}{10 \cdot 60} = 816,9 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

Річні викиди метану:

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) (V_{\text{пуск}} + V_{\text{зуп.}}) = 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot (40 + 700) = 6,216 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело №18 Викиди природного газу із свічі дегазатора пилоуловлювача перед очискою фільтрів.

Вихідні дані:

Об'єм газу, що стравлюється $V = 4 \text{ м}^3$;

Періодичність стравлювань $n = 1$ раз/тиждень = 52 раз/рік.;

Тривалість операції $\tau_n = 5$ хв.;

Густина газу $\rho_{t=16\text{ C, } P=1\text{ атм.}} = 0,7 \text{ кг/м}^3$.

Потужність викидів:

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_z (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau (\text{с})} = \frac{4 \cdot 700}{5 \cdot 60} = 9,3333 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = V_z (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 4 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 52 = 0,1456 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело № 19,20 Викиди природного газу із свічі вузла підключення КС при зупинці станції.

Вихідні дані:

$n = 1$ раз/рік, $\tau = 14$ хв.; $V = 1600 \text{ м}^3$; $\rho = 0,7 \text{ кг/м}^3$

$$M_{CH_4} \left(\frac{z}{c} \right) = \frac{16000 \cdot 700}{14 \cdot 60} = 1,33 \cdot 10^4 \frac{z}{c};$$

$$M_{CH_4}^{рiчн.} \left(\frac{m}{pik} \right) = 16000 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 11,2000 \frac{m}{pik};$$

Джерела №21-27 *Викиди природного газу із свічі для скиду паливного газу ГПА.*

Вихідні дані:

$$n=1 \text{ раз/тиждень} = 52 \text{ раз/рік}, \quad \tau=10 \text{ хв.}; \quad V=3 \text{ м}^3; \quad \rho=0,7 \text{ кг/м}^3$$

$$M_{CH_4} \left(\frac{z}{c} \right) = \frac{3 \cdot 700}{10} = 210,0000 \frac{z}{c};$$

$$M_{CH_4}^{рiчн.} \left(\frac{m}{pik} \right) = 3 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 52 = 0,1092 \frac{m}{pik}.$$

Джерела №28-34 *Викиди природного газу із свічі АПО перед ремонтом.*

Вихідні дані:

$$n=1 \text{ раз на 8 років}, \quad \tau=30 \text{ с.}; \quad V=6 \text{ м}^3; \quad \rho=0,7 \text{ кг/м}^3$$

$$M_{CH_4} \left(\frac{z}{c} \right) = \frac{6 \cdot 700}{30} = 140,0 \frac{z}{c};$$

$$M_{CH_4}^{рiчн.} \left(\frac{m}{pik} \right) = 6 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,0042 \frac{m}{pik}.$$

Джерела №35-38 *Викиди природного газу із свічі пилуловлювача при стравлюванні газу перед ремонтом.*

Вихідні дані:

$$n=1 \text{ раз на 2 роки}, \quad \tau=4 \text{ хв.}; \quad V=7 \text{ м}^3; \quad \rho=0,7 \text{ кг/м}^3$$

$$M_{CH_4} \left(\frac{z}{c} \right) = \frac{7 \cdot 700}{4 \cdot 60} = 20,42 \frac{z}{c};$$

$$M_{CH_4}^{рiчн.} \left(\frac{m}{pik} \right) = 7 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,0049 \frac{m}{pik}.$$

Джерело №39 Викиди природного газу із свічі ємкості конденсату при розвантаженні її перед ремонтом.

Вихідні дані:

$n=1$ раз на 2 роки, $\tau=30$ сек.; $V=5$ м³; $\rho=0,7$ кг/м³

$$M_{CH_4} \left(\frac{г}{с} \right) = \frac{5 \cdot 700}{30} = 166,67 \frac{г}{с};$$

$$M_{CH_4}^{річн.} \left(\frac{т}{рік} \right) = 5 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,0035 \frac{т}{рік}.$$

Джерело №40 Викиди природного газу із свічі запобіжного клапану паливного газу ГПА при повірці клапану.

Вихідні дані:

Періодичність повірок $n=1$ раз/рік;

Тривалість повірок $\tau=5$ с.;

Діаметр сідла клапану $D=0,05$ м.;

Робочий тиск клапану $P_1=3$ кг/см²;

Температура газу $t_2=16$ °С, густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

Коефіцієнт витрати отвору клапану $\alpha=0,7$;

Показник адіабати газу $k_{t=16C}=1,3$;

Швидкість вільного падіння $g=9,8$ м/с.

Густина газу при нормальних умовах $\rho_n=0,75$ кг/см²

$$\rho_{\substack{t=16C \\ P=3атм.}} = \rho_n \frac{273 \cdot P_1}{(273+t) \cdot 1,033} = 0,75 \frac{273 \cdot 3}{(273+16) \cdot 1,033} = 2,06 \frac{кг}{м^3};$$

Визначення режиму витікання газу:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1,033}{3} = 0,34 < 0,5 \quad - \text{режим витікання газу при тиску до клапану } P_1=3 \text{ кг/см}^2 \text{ в}$$

атмосферу, де $P_2=1,033$ кг/см² є критичним.

Швидкість витікання газу через отвір клапану у критичному режимі витікання:

$$\omega \left(\frac{м}{с} \right) = \alpha \cdot 10^2 \sqrt{\frac{2gk}{k+1} \cdot \frac{P_1}{\rho_2}} = 0,7 \cdot 10^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,3}{1,3+1} \cdot \frac{3,0}{2,06}} = 70 \sqrt{16,1334} = 281,2 \frac{м}{с};$$

Об'ємна швидкість витікання газу:

$$V_1 = \frac{\pi D \omega}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,05)^2 \cdot 281,2}{4} = 0,552 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Потужність викидів метану:

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = V_1 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) \cdot \rho_2 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right) = 0,552 \cdot 2,06 \cdot 10^3 = 1,14 \cdot 10^3 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = M \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) \cdot \tau(\text{с}) \cdot 10^{-6} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 1,14 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 0,0057 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело № 41,42 Викиди природного газу із свічі запобіжного клапану ГПА при повірці клапану.

Вихідні дані:

Періодичність повірок $n=1$ раз/рік;

Тривалість повірок $\tau=5$ с.;

Діаметр сідла клапану $D=0,15$ м.;

Робочий тиск клапану $P_1=25$ кг/см²;

Температура газу $t_2=16$ °С, густина газу $\rho=0,75$ кг/м³;

Коефіцієнт витрати клапану $\alpha=0,7$;

Показник адіабати газу $k=1,3$;

$$\rho_{2_{t=16\text{C}}}^{P=25\text{атм.}} = \rho_n \frac{273 \cdot P_1}{(273 + t_2) \cdot 1,033} = 0,75 \frac{273 \cdot 25}{(273 + 16) \cdot 1,033} = 17,15 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1,033}{25} = 0,04 < 0,5 \quad - \text{режим витікання газу – критичний.}$$

$$\omega \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = \alpha \cdot 10^2 \sqrt{\frac{2gk}{k+1} \cdot \frac{P_1}{\rho_2}} = 0,7 \cdot 10^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,3}{1,3+1} \cdot \frac{25}{17,15}} = 70 \sqrt{16,149} = 281,33 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$V_1 = \frac{\pi D \omega}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,15)^2 \cdot 281,33}{4} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = V_1 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) \cdot \rho_2 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right) = 4,97 \cdot 17,15 \cdot 10^3 = 8,5 \cdot 10^4 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = M \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) \cdot \tau(\text{с}) \cdot 10^{-6} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 8,5 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 0,4250 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело № 43 Викиди природного газу із свічі запобіжного клапану ГПА при повірці клапану.

Вихідні дані:

Періодичність повірок $n=12$ раз/рік;

Тривалість повірок $\tau=5$ с.;

Діаметр сідла клапану $D=0,05$ м.;

Робочий тиск клапану $P_1=2,3$ кг/см²;

Температура газу $t_2=16$ °С, густина газу $\rho=0,75$ кг/м³;

Коефіцієнт витрати клапану $\alpha=0,7$;

Показник адіабати газу $k=1,3$;

$$\rho_{\substack{t=16C \\ P=2,3\text{атм}}} = \rho_n \frac{273 \cdot P_1}{(273 + t_2) \cdot 1,033} = 0,75 \frac{273 \cdot 2,3}{(273 + 16) \cdot 1,033} = 1,58 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1,033}{2,3} = 0,45 < 0,5 \quad - \text{режим витікання газу – критичний.}$$

$$\omega \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = \alpha \cdot 10^2 \sqrt{\frac{2gk}{k+1} \cdot \frac{P_1}{\rho_2}} = 0,7 \cdot 10^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,3}{1,3+1} \cdot \frac{2,3}{1,58}} = 281,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_1 = \frac{\pi D \omega}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,05)^2 \cdot 281,2}{4} = 0,552 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = V_1 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) \cdot \rho_2 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right) = 0,552 \cdot 1,58 \cdot 10^3 = 872,16 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = M \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) \cdot \tau (\text{с}) \cdot 10^{-6} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 872,16 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 0,0523 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело №44 Викиди природного газу із свічі системи очистки газу (сепаратор, адсорбер, ресивер) перед ремонтом.

Вихідні дані:

Періодичність $n=1$ раз на 2 роки;

Тривалість $\tau=3$ хв.; $D=0,05$ м.;

Температура газу $t_2=16$ °С, густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

$$V_2 = 12 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_2 (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau (\text{с})} = \frac{12 \cdot 700}{3 \cdot 60} = 46,67 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = V_2 (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 12 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,0084 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело №45 Викиди природного газу із свічі для втравлювання газу з підігрівачів перед ремонтом.

Вихідні дані:

Періодичність $n=1$ раз на 2 роки;

Тривалість $\tau=2$ хв.; $D=0,025$ м.;

Температура газу $t_2=16$ °C, густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

$$V_2 = 6 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_2 (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau (\text{с})} = \frac{6 \cdot 700}{2 \cdot 60} = 35,00 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = V_2 (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 6 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,0042 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело №46 Викиди природного газу із свічі колектора імпульсного газу при зупинці КС.

Вихідні дані:

Періодичність $n=1$ раз на рік;

Тривалість $\tau=4$ хв.; $D=0,05$ м.;

Температура газу $t_2=16$ °C, густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

$$V_2 = 50 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_2 (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau (\text{с})} = \frac{50 \cdot 700}{4 \cdot 60} = 145,83 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = V_2 (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 50 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,035 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело №47 Викиди природного газу із свічі колектора паливного газу перед проведенням ремонтних робіт.

Вихідні дані:

Періодичність $n=1$ раз на рік;

Тривалість $\tau=6$ хв.; $D=0,05$ м.;

Температура газу $t_2=16$ °С, густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

$V_2=100$ м³

$$M_{CH_4} \left(\frac{г}{с} \right) = \frac{V_2 (м^3) \cdot \rho \left(\frac{г}{м^3} \right)}{\tau (с)} = \frac{100 \cdot 700}{6 \cdot 60} = 194,44 \frac{г}{с};$$

$$M_{CH_4}^{річн.} \left(\frac{т}{рік} \right) = V_2 (м^3) \cdot \rho \left(\frac{кг}{м^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{раз}{рік} \right) = 100 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,07 \frac{т}{рік}$$

Джерело №48 Викиди природного газу із свічі вхідного колектора при зупинці КС.

Вихідні дані:

Періодичність $n=1$ раз на рік;

Тривалість $\tau=12$ хв.;

густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

$V_2=1000$ м³

$$M_{CH_4} \left(\frac{г}{с} \right) = \frac{V_2 (м^3) \cdot \rho \left(\frac{г}{м^3} \right)}{\tau (с)} = \frac{1000 \cdot 700}{12 \cdot 60} = 972,22 \frac{г}{с}$$

$$M_{CH_4}^{річн.} \left(\frac{т}{рік} \right) = V_2 (м^3) \cdot \rho \left(\frac{кг}{м^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{раз}{рік} \right) = 1000 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,7000 \frac{т}{рік}$$

Джерело №49 Викиди природного газу із свічі вихідного колектора при зупинці КС.

Вихідні дані:

Періодичність $n=1$ раз на рік;

Тривалість $\tau=12$ хв.;

густина газу $\rho=0,7$ кг/м³;

$V_2=1000$ м³

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_z (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau (\text{с})} = \frac{1000 \cdot 700}{12 \cdot 60} = 972,22 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = V_z (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 1000 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,7000 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерела №50-56 Викиди природного газу із свічі стоп-крану ГПА.

Вихідні дані:

Періодичність $n=52$ рази на рік;

Тривалість $\tau=1$ с.;

густина газу $\rho=0,7 \text{ кг/м}^3$;

$V_z=0,01 \text{ м}^3$

$$M_{\text{CH}_4} \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = \frac{V_z (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right)}{\tau (\text{с})} = \frac{0,01 \cdot 700}{1} = 7,00 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$M_{\text{CH}_4}^{\text{річн.}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = V_z (\text{м}^3) \cdot \rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot 10^{-3} \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 0,01 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 52 = 3,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Джерело №57 Венттруба витяжної вентиляції в хроматографічній кімнаті хімлабораторії. Викиди природного газу (метану) при хроматографічних аналізах.

Вихідні дані:

В лабораторії виконуються аналізи метанового газу і перед кожним аналізом протягом 5 хвилин продувається система хроматографу кількістю 150 мл, який випускається в діючу вентсистему лабораторії. Щоденно аналізуються 2-3 проби газу по 2 рази, а за рік аналізуються 900 проб, тобто виконується $900 \times 2 = 1800$ аналізів і стільки раз виконується продувка хроматографу.

$D_{\text{тр.}}=0,3 \text{ м.}; H_{\text{тр.}}=22 \text{ м.}; \omega=4,0 \text{ м/с}; t_6=26 \text{ }^\circ\text{C.}$

За одну продувку в атмосферу скидається 300 мл газу.

$\tau=300 \text{ сек/раз}; n=1800 \text{ раз/рік.}$

Потужності викидів:

$$M_{CH_4} \left(\frac{г}{с} \right) = \frac{150 \text{ мл} \cdot 0,73 \frac{г}{\text{мл}}}{5 \cdot 60} = 0,365 \frac{г}{с}$$

$$M_{\text{арп.}}^{\text{річн.}} \left(\frac{т}{\text{рік}} \right) = 10^{-6} \cdot M_{CH_4} \left(\frac{г}{с} \right) \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) \cdot \tau \left(\frac{\text{сек}}{\text{раз}} \right) = 10^{-6} \cdot 0,73 \cdot 1800 \cdot 150 = 0,197 \frac{т}{\text{рік}}$$

Джерело №58 Викиди пари масла з венттруб хімлабораторії.

Вихідні дані:

В хімлабораторії встановлені 2 витяжні шафи з венттрубами $D_{\text{тр}}=160$ мм., $H_{\text{тр}}=6,0$ м, де визначається якість компресорного масла. Для проведення аналізу витрачається 190 г масла, а за рік виконується $n=360$ комплексних аналізи. Продуктивність вентсистеми $\Pi=2470$ м³/год, витяжка якої компенсується припливною вентсистемою. Тривалість аналізів складає $\tau=60$ хв/раз=1 год/раз. Втрати масла при одному аналізі складає 7,5%, тобто $Q_m=190г \cdot 0,075=14,25$ г.

Об'ємна витрата повітря через труби

$$V_1 = \frac{\Pi \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)}{3600} = \frac{2470}{3600} = 0,686 \frac{\text{м}^3}{с}$$

$$\omega = \frac{4V_1}{\pi D_{\text{тр}}^2} = \frac{4 \cdot 0,686}{3,14 \cdot (0,23)^2} = 16,53 \frac{\text{м}}{с}$$

В середньому за добу виконується 2 комплексних аналізи газу, тобто втрати масла складають $14,25 \cdot 2=28,5$ г. за 2 години.

Потужність викидів масла.

$$M_m \left(\frac{г}{с} \right) = \frac{Q_m \left(\frac{г}{с} \right)}{\tau \left(\frac{с}{с} \right)} = \frac{28,5}{2 \cdot 3600} = 0,004 \frac{г}{с}$$

$$M_m^{\text{річн.}} \left(\frac{т}{\text{рік}} \right) = M_m \left(\frac{г}{с} \right) \cdot 10^{-6} \cdot \tau \left(\frac{\text{сек}}{\text{раз}} \right) \cdot n \left(\frac{\text{раз}}{\text{рік}} \right) = 0,004 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 360 = 0,00515 \frac{т}{\text{рік}}$$

Концентрація масла у викидах

$$C_m = \frac{M_m \left(\frac{г}{с} \right) \cdot 10^3}{V_1 \left(\frac{\text{м}^3}{с} \right)} = \frac{0,004 \cdot 10^3}{0,686} = 5,83 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Джерело №59 Дихальні труби приміщення для зберігання хімреактивів та хімпосуду

Вихідні дані:

Комора для зберігання хімреактивів обладнана 3 дихальними трубами $D_{\text{тр}}=0,22$ м., $H_{\text{тр}}=6$ м. та припливною вентсистемою.

В приміщенні зберігаються хімікати:

Соляна кислота - $\rho_{HCl}=1,19$ кг/л.

Сірчана кислота - $\rho_{H_2SO_4}=1,834$ кг/л.

Азотна кислота - $\rho_{HNO_3}=1,502$ кг/л.

Оцтова кислота - $\rho_{OK}=1,05$ кг/л.

Орто-фосфорна кислота - $0,5$ л.

Ацетон - $V_a=1,5$ л - $\rho_a=0,79$ кг/л.

Бензол - $V_b=0,5$ л - $\rho_b=0,89$ кг/л.

Толуол - $V_m=0,5$ л - $\rho_m=0,87$ кг/л.

Продуктивність припливної вентустановки $\Pi=1100$ м³/год, час роботи - $\tau=1$ год/добу = 250 год/рік.

$$V_1 = \frac{\Pi \left(\frac{m^3}{год} \right)}{3600} = \frac{1100}{3600} = 0,305 \frac{m^3}{c}$$

$$\omega = \frac{V_1}{S} = \frac{4V_1}{\pi \cdot 3 \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,305}{3,14 \cdot 3 \cdot (0,22)^2} = 2,67 \frac{m}{c}$$

У коморі при зберіганні хімікатів, що використовуються в лабораторії, втрачається 3-5 % речовин, які переходять у парову фазу.

$$M_i^{рік} \left(\frac{m}{рік} \right) = 0,03 \cdot q_i \left(\frac{кг}{л} \right) \cdot V_i \left(\frac{л}{рік} \right) \cdot 10^{-3} \qquad M_i \left(\frac{г}{c} \right) = \frac{M_i^{рік} \left(\frac{m}{рік} \right)}{\tau \left(\frac{год}{рік} \right)}$$

$$M_{HCl}^{рік} = 0,03 \cdot 2 \cdot 1,19 \cdot 10^{-3} = 7,13 \cdot 10^{-5} \frac{m}{рік} \qquad M_{HCl} = 7,16 \cdot 10^{-5} \frac{г}{c}$$

$$M_{H_2SO_4}^{рік} = 0,03 \cdot 1 \cdot 1,834 \cdot 10^{-3} = 5,4 \cdot 10^{-5} \frac{m}{рік} \qquad M_{H_2SO_4} = 5,7 \cdot 10^{-5} \frac{г}{c}$$

$$M_{HNO_3}^{рік} = 0,03 \cdot 1 \cdot 1,502 \cdot 10^{-3} = 4,5 \cdot 10^{-5} \frac{m}{рік} \qquad M_{HNO_3} = 4,8 \cdot 10^{-5} \frac{г}{c}$$

$$M_{OK}^{рік} = 0,03 \cdot 2 \cdot 1,05 \cdot 10^{-3} = 6,3 \cdot 10^{-5} \frac{m}{рік} \qquad M_{OK} = 6,7 \cdot 10^{-5} \frac{г}{c}$$

$$M_{H_3PO_4}^{рік} = 0,03 \cdot 0,5 \cdot 1,87 \cdot 10^{-3} = 2,8 \cdot 10^{-5} \frac{m}{рік} \qquad M_{H_3PO_4} = 2,9 \cdot 10^{-5} \frac{г}{c}$$

$$M_{\text{ацетон}}^{\text{річн}} = 0,05 \cdot 1,5 \cdot 0,79 \cdot 10^{-3} = 5,92 \cdot 10^{-5} \frac{\text{т}}{\text{рік}} \quad M_{\text{ацетон}} = 6,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{бензол}}^{\text{річн}} = 0,05 \cdot 0,5 \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} = 2,25 \cdot 10^{-5} \frac{\text{т}}{\text{рік}} \quad M_{\text{бензол}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{толуол}}^{\text{річн}} = 0,05 \cdot 0,5 \cdot 0,87 \cdot 10^{-3} = 2,16 \cdot 10^{-5} \frac{\text{т}}{\text{рік}} \quad M_{\text{толуол}} = 2,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

Джерело №62 Викиди шкідливих речовин які утворюються при роботі пересувного зварювального поста.

Вихідні дані:

Час безперервної роботи зварювального поста $\tau=15$ хв.; 0,3-0,4 год/добу; 86 год/рік.

Періодичність роботи зварювального поста $n=210-220$ раз/рік

Витрати електродів типу УОНИ $B=1$ кг/год=86 кг/рік

Питомі виділення шкідливих речовин при зварюванні електродами типа УОНИ на кг електродів:

Оксид заліза $q_{\text{FeO}}=14,9$ г/кг;

Оксид марганцю $q_{\text{MnO}}=1,09$ г/кг;

Діоксид кремнію $q_{\text{SiO}_2}=1$ г/кг;

Флориди $q_{\text{F}}=1$ г/кг;

Фтористий водень $q_{\text{HF}}=1,26$ г/кг.

$$M_i^{\text{річн}} \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right) = 10^{-6} \cdot q_i \left(\frac{\text{г}}{\text{кг}} \right) \cdot B \left(\frac{\text{кг}}{\text{рік}} \right)$$

$$M_{\text{FeO}}^{\text{річн}} = 10^{-6} \cdot 14,9 \cdot 85 = 0,00125 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

$$M_{\text{MnO}}^{\text{річн}} = 10^{-6} \cdot 1,09 \cdot 85 = 9,17 \cdot 10^{-5} \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

$$M_{\text{SiO}}^{\text{річн}} = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 85 = 8,6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

$$M_{\text{F}}^{\text{річн}} = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 85 = 8,6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

$$M_{\text{HF}}^{\text{річн}} = 10^{-6} \cdot 1,26 \cdot 85 = 1,08 \cdot 10^{-4} \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

$$M_i\left(\frac{\rho}{c}\right) = \frac{q_i\left(\frac{\rho}{\text{kg}}\right) \cdot B\left(\frac{\text{kg}}{\rho \text{od}}\right)}{3600}$$

$$M_{FeO} = \frac{14,9 \cdot 1}{3600} = 0,0041 \frac{\rho}{c}$$

$$M_{MnO} = \frac{1,09 \cdot 1}{3600} = 3 \cdot 10^{-4} \frac{\rho}{c}$$

$$M_{SiO} = \frac{1,0 \cdot 1}{3600} = 2,7 \cdot 10^{-4} \frac{\rho}{c}$$

$$M_F = \frac{1,0 \cdot 1}{3600} = 2,7 \cdot 10^{-4} \frac{\rho}{c}$$

$$M_{HF} = \frac{1,26 \cdot 1}{3600} = 3,5 \cdot 10^{-4} \frac{\rho}{c}$$