

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

«Комплексна утилізація баластних газів синтезу аміаку з одержанням
товарного гелію»

Приймак Денис Олегович

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНСтаОП

_____ Т.М. Ткаченко

„___” _____ 2023 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ МАГІСТР

«Комплексна утилізація баластних газів синтезу аміаку з одержанням товарного гелію»

Виконав студент групи ТЗНСм-61

Приймак Денис Олегович

Спеціальність: 183«Технології захисту навколишнього середовища»

Керівник: к.т.н., доц. Котовенко О.А.

Рецензент: _____

Київ 2023 р

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність: 183«Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЗНС та ОП
_____ Т.М. Ткаченко
„___” _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

Приймак Денис Олегович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Комплексна утилізація баластних газів синтезу
аміаку з одержанням товарного гелію.
затверджена наказом ректора КНУБА № ___ від «__» _____ 20__ року

2. Керівник роботи: к.т.н., доц. Котовенко О.А.

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Вступ 1. Аналіз літератур-
них джерел. 2. Характеристика місця розташування об'єкту (ПрАТ Рівнеазот)
3. Кліматичні та геологічні особливості регіону досліджень 3.1. Клімат. 3.2.

Геологія 4. Основна частина 4.1. Основні характеристики процесу синтезу аміаку. 4.2. Характеристика основних відходів процесу синтезу аміаку (баластні гази).4.3. Пропозиції з комплексної утилізації баластних газів процесу синтезу аміаку. 5.Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури

5. Графічний матеріал; розділи та графічні матеріали: 10 таблиць, 15 рисунків

6. Календарний план виконання роботи:

а) наукова частина;

б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	Вересень
Аналіз літературних джерел. Характеристика місця розташування об'єкту (ПрАТ «РівнеАзот»)	Вересень
Кліматичні та геологічні особливості регіону досліджень (Рівненська область, ПрАТ «Рівнеазот»)	Жовтень
Основні характеристики процесу синтезу аміаку. Характеристика основних відходів процесу синтезу аміаку (баластні гази). Пропозиції з комплексної утилізації баластних газів процесу синтезу аміаку.	Жовтень-листопад
Охорона праці на підприємстві	Листопад
Висновки	Листопад
Список використаної літератури	Листопад
Остаточне оформлення роботи	Грудень
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	Грудень
Попередній захист роботи на кафедрі	Грудень

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.	Доц. Котовенко О.А,		
Розділ 2.	ст. викладач Мірошніченко О.Ю.		
Розділ 3.			
Розділ 4	Доц. Котовенко О.А, ст. викладач Мірошніченко О.Ю.		
Розділ 5.	Доц. Клімова І.В.		

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

(підпис)

Ткаченко Т.М.

(прізвище та ініціали)

Котовенко О.А.

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

Приймак Д.О.

(прізвище та ініціали)

Реферат

В магістерській роботі проведено дослідження можливості комплексної утилізації баластних газів, що виникають як викиди при виробництві аміаку на прикладі цеху №2 ПрАТ Рівнеазот OSTCHEM. Запропоновано метод комплексної утилізації баластних газів, який надає можливість знизити вплив на довкілля та одержати додатковий аміак, водень як енергетичний продукт, а також товарний гелій.

Ключові слова : баластні гази, комплексна утилізація, аміак, водень, гелій

Зміст

Вступ.....	7
1. Аналіз літературних джерел.....	9
2. Характеристика місця розташування об'єкту (ПрАТ Рівнеазот).....	
3. Кліматичні та геологічні особливості регіону досліджень	
3.1. Клімат	
3.2. Геологія	
4. Основна частина	
4.1. Основні характеристики процесу синтезу аміаку	
4.2. Характеристика основних відходів процесу синтезу аміаку (баластні газ)	
4.3. Пропозиції з комплексної утилізації баластних газів процесу синтезу аміаку	
5. Охорона праці	
Висновки	
Список використаної літератури.....	41
Посилання на закони, стандарти, норми України.....	42

Вступ

При виробництві аміаку на агрегатах синтезу аміаку утворюється велика кількість баластних газів.

Проблема комплексної утилізації баластних газів, як побічного продукту процесу одержання аміаку, є нагальною задачею над якою працюють спеціалісти в різних країнах.

Одним із відомих ефективних шляхів утилізації баластних газів є вдосконалення технологій вилучення з них аміаку як основного продукту. Крім того, в попередній бакалаврській роботі було запропоновано використання мембранних технологій для одержання товарного водню з баластних газів.

У складі залишкових газів, які одержані після вилучення аміаку та водню з баластних газів, залишаються рідкісні інертні гази, один з яких – гелій є невідтворюваним цінним продуктом для медицини, електроніки, виробництва тощо.

Метою роботи є дослідження існуючих методів утилізації баластних газів та обґрунтування методу комплексної утилізації баластних газів з одержанням товарного гелію.

Об'єктом дослідження є агрегат синтезу аміаку цеху номер 2 на ПрАТ РІВНЕАЗОТ холдінгу OSTCHEM.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- Розглянути фізико-географічні та екологічні особливості розташування ПрАТ РІВНЕАЗОТ в місті Рівне
- Визначити кліматичні умови місця розташування об'єкту
- Охарактеризувати особливості геологічного розташування об'єкту
- Проаналізувати технологію виробництва аміаку на агрегаті синтезу аміаку.
- Визначити основні викиди та відходи, що утворились при виробництві аміаку на агрегаті синтезу аміаку
- Розглянути існуючі методи утилізації баластних газів як основних відходів виробництва аміака

- Визначити можливі методи застосування цих відходів як вторинних матеріальних ресурсів при комплексній утилізації з одержанням товарного гелію
- Проаналізувати охорону праці на виробництві.

1. Аналіз літературних джерел

Правильна утилізація відходів є однією з найважливіших задач цивілізованого світу, яку потрібно негайно вирішувати для збереження навколишнього середовища. Зокрема, с кожним роком зростає актуальність цього питання в усьому світі і в Україні тощо.

Проблемами утилізації викидів при виробництві аміака в країнах – виробниках аміачної продукції займалися починаючи з 20 століття. [3,5] Але до нашого часу баластні гази, які є побічним продуктом виробництва синтезу аміака або викидалися або направлялись на спалювання. Тільки в останні десятиліття була вирішена проблема вилучення з цих газів додаткового аміаку [11]. При цьому пропонується декілька технологічних підходів для отримання аміаку з баластних газів [19,20].

В останні роки ведеться робота з розробки та впровадженню у виробництво способів одержання водню після відмивки додаткового аміаку з баластних газів, що показано у ряді праць [11,12,14]

В бакалаврській роботі було проведено аналіз існуючих методів утилізації баластних газів і запропоновано разом з вилученням аміаку вилучати і товарний водень.[12,18,23].

Оскільки технологічний процес синтезу аміаку заснований на циркуляційній схемі, яка сприяє накопиченню інертних домішок в баластних газах і, в окремому випадку гелію (>0.5%), то є сенс комплексної утилізації баластних газів з вилученням гелію.[25]

Промисловий видобуток гелію відбувається на газових покладах при вмісті гелію в газовій суміші від 0.05 до 0,5 %. [15,16,17].

В роботах [13,18] надані методи вилучення гелію з природного газу.

Оскільки в залишкових газах, що утворюються після вилучення аміаку і водню, відсоток гелію вищий ніж у природному газі, вони можуть слугувати сировиною для одержання товарного гелію як одного з найцінніших продуктів, що застосовуються в різних галузях промисловості.

Проаналізувавши існуючі методи вилучення гелію з газових сумішей, що описані в роботах [13,15,16,17], та зробивши порівняльний аналіз кріотехнологій та мембранних технологій, було обрано проводити комплексну утилізацію баластних газів базуючись на застосуванні фільтр-мембран [13,23,24]

2. Характеристика об'єкта дослідження

Підприємство «РівнеАзот» OSTCHEM знаходиться у м. Рівному, адміністративному центрі Рівненської області.

Місто Рівне є одним із промислових і культурних осередків в Україні. Основу промисловості міста визначають машинобудівельна і металообробна (електронна, електротехнічна, радіо- та сільськогосподарського машинобудування), хімічна, легка, деревообробна та харчова галузі. Найбільшими підприємствами у місті є «РівнеАзот» OSTCHEM, «Рівнедерев», виробничо-торгівельне підприємство ТОВ «Агропереробка», молокозавод «БІМОЛ», заводи високовольтної апаратури, радіотехнічного обладнання, овочеплодопереробні; льонокомбінат; швейна, нетканих матеріалів, меблева, кондитерська фабрики, м'ясокомбінат та ін.

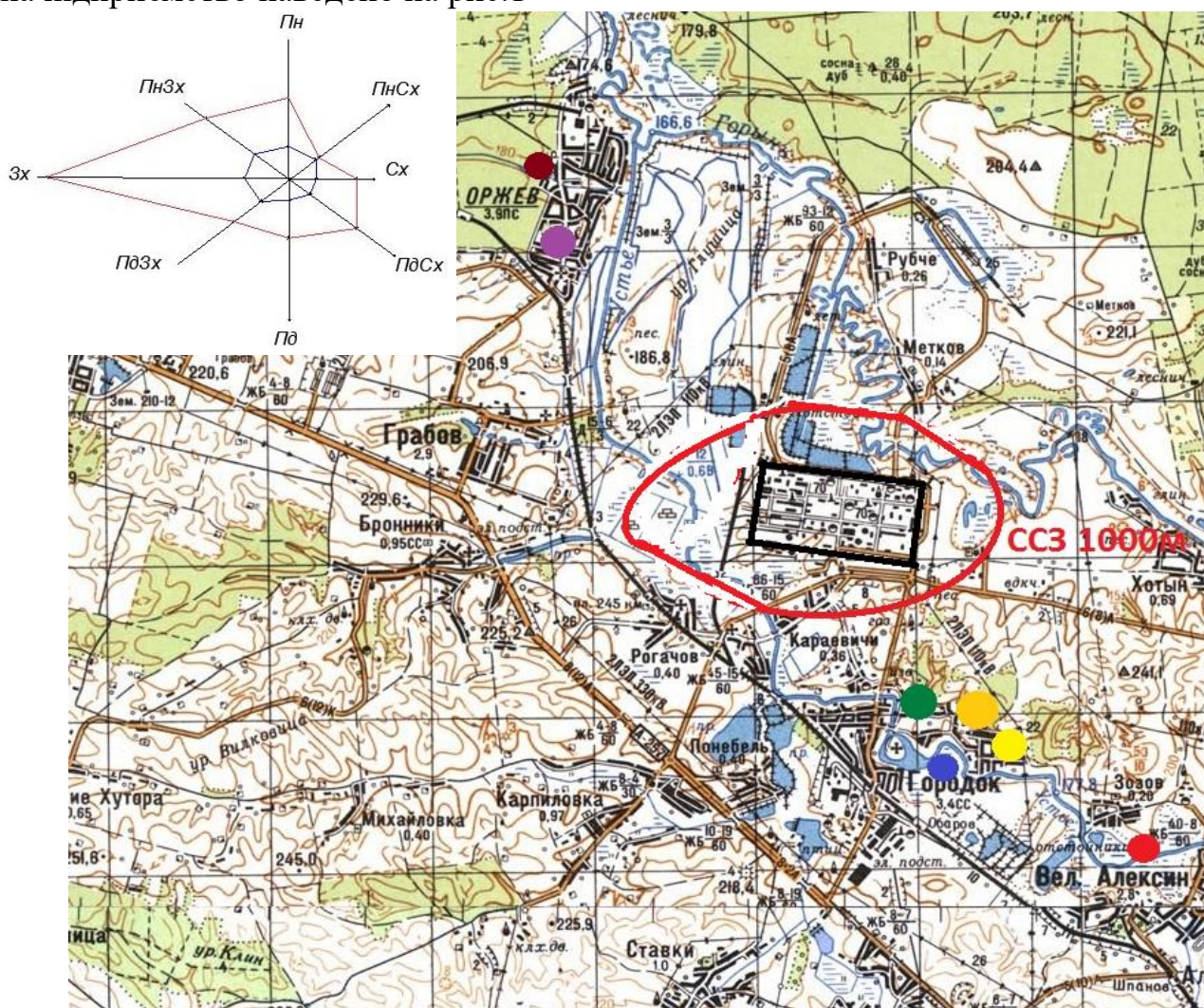
ПрАТ «Рівнеазот» є одним із найпотужніших підприємств з виробництва аміаку в Україні, який відноситься до потенційно – небезпечних об'єктів. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2004 року № 1734 ПрАТ «Рівнеазот» входить у перелік підприємств, що мають стратегічне значення для безпеки й економіки держави. Розташований в Рівненській області, біля с. Караєвичі.

Територія ПрАТ «Рівнеазот» складає 60 га. Підприємство знаходиться на відстані 7,5 км на північний захід від границі м. Рівне. З північної сторони виробничий майданчик межує з заплавою р.Горинь, з південної – з заплавою р.Устя.

Підприємство було засноване в 1965 році. Перша продукції аміаку була одержана в 1969 році.

Відповідно до Статуту акціонерне товариство здійснює близько 50 видів діяльності, основними з яких є: виробництво, збереження і реалізація мінеральних добрив азотної і фосфорної групи, продукції виробничо-технічного призначення – аміак, кислота адипінова, циклогексанон, нижчі карбонові кислоти очищені. Крім того, підприємство виробляє кисень, діоксид вуглецю рідинний і твердий. Найближчими населеними пунктами в зоні впливу підприємства є село Метків (північний напрям) і селище Городок (Пд-Зх напрям), в якому знаходяться такі підприємства: завод «Технопривод», Рівненський завод опалювальної техніки, Автотрансервіс, «Металсервіс», в м. Великий Алексин знаходяться: «Жданов» СПД (ремонтно-будівельні послуги), а з Пн-Зх напрямку в селищі Оржев знаходяться такі підприємства: «Олісма» (виробництво та продаж офісних меблів) та «Одек» Україна (завод виробляє фанеру підвищеної водостійкості).

Схема розташування ПАТ «РІВНЕАЗОТ» та техногенне навантаження на підприємство наведено на рис.1



Масштаб 1: 10000

Умовні позначення:

- Олісма»
 - «Одек Україна»
 - «Метал Сервіс»
 - ЧП «Автотранспарт сервіс»
 - ЗАО Завод «Технопровід»
- СПД Жданов Р.В.
 - ЗАО Рівне завод опалювальної техніки
 - СЗЗ ВАТ «РІВНЕАЗОТ» 1000 м

Рис.1. Схема розташування ПАТ «РІВНЕАЗОТ»

Нормативний розмір санітарно – захисної зони (СЗЗ) ПрАТ «Рівнеазот», становить 1000 м. Розмір СЗЗ було прийнято відповідно до додатку 4 «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України , 19.06. 1996 р., № 173[29]

Відповідно до статті 114 Земельного Кодексу України у межах санітарно-захисних зон забороняється будівництво житлових об'єктів, об'єктів соціальної інфраструктури та інших об'єктів, пов'язаних з постійним перебуванням людей. [28]

На території заводу ПрАТ «Рівнеазот» знаходиться 12 цехів, водоочисна станція, склади. До цехів № 2 та № 12 проведена залізниця. По всій території підприємства розміщені зелені насадження.[9]

В'їзд на територію заводу знаходиться біля адміністративного корпусу № 11.

Ситуаційний план підприємства «Рівнеазот» наведений на рис.2.



Ситуаційний план підприємства ПАТ «Рівнеазот»

На території підприємства розташовані:

- цех №1 (виробництво аміачної води, сухого льоду, вуглекислоти, кисню технічного і азоту рідкого);
- цех №2 (виробництво аміаку синтетичного);
- корпус № 11 (адміністративний корпус);
- цех № 9 (виробництво неконцентрованої азотної кислоти);
- цех № 8 (виробництво азотних добрив – аміачної селітри з вмістом 34% азоту та вапняково-аміачної селітри);
- цех № 5 (виробництво адипінової кислоти, циклогексанолу, циклогексанону і як допоміжний матеріал – каустична сода).

На території підприємства також знаходяться такі допоміжні цехи:

- паро-котельний цех;
- цех електропостачання;
- цех КВПіА (контрольно-вимірювальних приладів і автоматизації);
- цех водопостачання і каналізації;
- цех хімічної підготовки води;
- автотранспортний цех;
- цех нейтралізації і очистки промислових стоків підприємства і побутових стоків м. Рівне;
- ремонтно-будівельний цех;
- ремонтне виробництво;
- цех господарської діяльності;
- цех зв'язку;

Об'єктом дослідження в роботі є цех № 2 ПрАТ «РІВНЕАЗОТ» - цех, який виробляє аміак.

3. Кліматичні та геологічні особливості регіону досліджень

3.1. Клімат

Україна розташована у центральній частині Європейського континенту в складних фізико – географічних умовах, що зумовлює своєрідність впливу основних кліматоутворювальних факторів на формування клімату – надходження сонячної радіації, циркуляції атмосфери, а також антропогенної діяльності

Клімат України переважно помірно-континентальний, лише на півдні Криму має ознаки субтропічного.

Для клімату України характерна часта зміна погод, що пов'язано з надходженням циклонів (в середньому за рік їх 45) і антициклонів (36). Разом з тим, в Україні переважають дні з ясною, сонячною погодою — у середньому на рік їх 230-235. Гірські хребти Карпат і Криму захищають відповідно Закарпаття і Чорноморське узбережжя від холодних арктичних повітряних мас, які приходять з півночі.

Середньомісячна температура січня від -13°C на північному сході України до $+2^{\circ}\text{C}$ на південному березі Криму, липня - від $+24^{\circ}\text{C}$ до $+28^{\circ}\text{C}$. У гірських районах температура протягом року нижча порівняно з навколишніми територіями. Тривалість безморозного періоду коливається від 150—160 днів на півночі до 200—210 днів на півдні та 270 днів на Південному березі Криму.

Вітри міняються по сезонах року: узимку в північній половині республіки переважають західні вітри, що приносять вологу, у південної - північно-східні й східні сухі й холодні. Улітку найбільш часті північно-західні вітри; однак у південній половині нерідкі також східні й південно-східні вітри, іноді суховії.

Опади розподіляються нерівномірно, їх річна кількість зменшується з заходу і північного заходу на південь і південний схід. Середньорічні суми опадів зменшуються з заходу і південного заходу на південний схід і південь від 650-600 мм до 300 мм. Максимум опадів припадає на Кримські гори (1000-1200 мм) і Українські Карпати (понад 1500 мм). На півдні, у степовій зоні, зволоження недостатнє і в окремі роки бувають посухи.

Вітровий режим змінюється протягом року. Зміни відбуваються і в напрямі, і в швидкості вітру. Ці зміни залежать від центрів атмосферного тиску. Через Україну проходить смуга високого тиску. На північ від цієї смуги переважають вітри західного напрямку, на південь - східного. Середня швидкість вітру в Україні складає 4 м/сек.

В Україні виділяють чотири кліматичні сезони. Зима – кліматичний сезон з середньодобовою температурою повітря нижче 0°C. Зима триває від 140 днів на північному сході до 60 днів на півдні і південному заході. Зима помірно м'яка на заході; на півдні – м'яка; на сході і північному сході – прохолодна.

Весна – сезон з середньодобовою температурою від 0° до +15°C. Продовжуються 100 днів в Карпатах, до 50 днів на сході. Для весни характерна нестійка погода.

Літо – сезон з середньою температурою повітря більш +15°C. Продовжується від 140 днів на побережжі морів - до 95-100 днів на півночі і заході України, де воно прохолодніше. На початок року на рівнинній частині України і в Карпатах доводиться максимум річних опадів, друга половина року жарка і суха.

Осінь – сезон з середньою температурою повітря від +15° до 0°C. Погода, як і навесні, нестійка. Осінь продовжується від 65 днів на сході до 100 днів в Карпатах і на Південному березі Криму.

Кліматична характеристика району розташування ПрАТ «Рівне-азот» OSTCHEM

Клімат в межах фізико-географічної області Волинського Полісся є помірно-континентальним з позитивним балансом вологи, м'якою і вологою зимою, відносно прохолодним літом, тривалою сирію осінню та нестійкою погодою в перехідні сезони. Клімат району формується під впливом як морських, так і континентальних повітряних мас.

Атмосферна циркуляція

Погода у районі, а зрештою і клімат, визначаються передусім атмосферою циркуляцією, зокрема, чергуванням циклонів та антициклонів. Основна причина їх утворення – нерівномірність нагрівання суходолу та моря.

Протягом року переважає антициклонічна діяльність, якій властива доволі стійка, безхмарна погода. Натомість прихід циклонів супроводжується значними змінами температури, опадами та вітром.

Тиск атмосферного повітря в середньому за рік становить 995 гПа (746 мм рт. ст.). Найбільший він у січні (997 гПа), найменший – у червні (992 гПа). Мінливість тиску найбільша у січні, найменша – у серпні.

У цілому за рік переважають вітри із заходу. Найбільша їх повторюваність – восени. Як правило, західні вітри приносять атмосферні опади, підвищення температури взимку та її деяке зниження влітку.

Швидкість вітру у районі є порівняно невеликою. Найбільша вона у зимові місяці, найменша – влітку. Середня швидкість вітру становить 3-4 м/с.

Протягом доби (насамперед у теплу пору року) найвища швидкість вітру спостерігається у післяполуденні години, найменша – рано вранці. Взимку відмінності у швидкості вітру протягом доби порівняно невеликі.

Сонячна радіація

Термічний режим району розташування підприємства залежить передусім від надходження сонячної радіації. Значні відмінності у висоті стояння Сонця, а також тривалості сонячного сьйва визначають сезонні зміни температури повітря. У день літнього сонцестояння (22 червня) висота Сонця над обрієм опівдні сягає 63° .

Тривалість цього дня – 16,5 годин. У день зимового сонцестояння (22 грудня) найбільша висота стояння Сонця становить лише 16° , тривалість цього дня – 8 годин.

Сумарна тривалість сонячного сьйва за рік становить 1927 годин, або 43% можливої. Найбільша тривалість припадає на червень та липень – по 279 годин. Це становить 57% можливої. У серпні відношення фактичної тривалості сонячного сьйва до можливої сягає 59%. Водночас цього місяця тривалість дня, порівняно із червнем, стає меншою. У зв'язку з цим меншою стає і тривалість сонячного сьйва – 263 години. Різке її зменшення відбувається у вересні – цього місяця воно становить 194 години. Найменша тривалість сонячного сьйва (39 годин) спостерігається у грудні.

Сумарна сонячна радіація на території розташування підприємства в середньому за рік становить $4,0 \times 10^9 \text{ Дж/м}^2$. Протягом року найбільші її значення спостерігаються у червні, найменші – у грудні.

Температура повітря

Середньорічна температура повітря в районі розташування ПрАТ Рівнеазот складає $7,4^\circ\text{C}$. Найхолоднішим місяцем року, як правило, є січень, середня температура якого дорівнює $-4,5^\circ\text{C}$ а найтепліший – липень з середньою температурою $18,6^\circ\text{C}$.

Для зимового сезону характерні часті відлиги, під час яких температура піднімається вище 0°C .

Останні заморозки у повітрі спостерігаються приблизно в середині квітня. Восени перші заморозки спостерігаються, як правило, в середині жовтня.

Атмосферні опади

За кількістю опадів район відноситься до зони достатнього зволоження. Тут спостерігаються всі види опадів: рідкі, тверді та змішані. Річна сума опадів в північній частині зони – 588 мм, в центральній, західній і східній – 627-648 мм, в північній – 579-596 мм. В теплий період року випадає 70% річної суми опадів. Липень є місяцем з найбільшою кількістю опадів. Середня кількість днів з опадами в межах зони коливається від 145 до 159 днів на рік.

Сніговий покрив

Кількість днів зі сніговим покривом в зоні підприємства складає приблизно 80-85 на рік. Середня декадна висота снігового покриву в середині лютого – 9-12 см, найбільша – 39-55 см.

Вологість повітря

Середня річна відносна вологість 78-79%, середній річний парціальний тиск водяної пари 8,7-8,9 гПа, дефіцит насичення 3,2-3,5 гПа. Температура точки роси, як і вологість, практично однакова на території, що досліджується і складає 3,2-3,3 °С – середня за рік, мінус 6,1-6,5°С в зимові місяці та 11,2-13,0°С в літні.

Атмосферні явища

Характер атмосферних явищ (роса, туман, ожеледь, хуртовина, гроза, суховій) залежить від пори року.

Серед усіх атмосферних явищ найчастіше спостерігається роса – у середньому 134 дні на рік. Протягом року по 20 днів вона спостерігається в

липні, серпні та вересні. Найменша повторюваність роси – взимку – 1-2 дні за місяць.

Число днів з туманом становить 27. Найбільша тривалість з туманом спостерігається у грудні (максимальна – 11 днів), найменша – у квітні, травні, червні і липні (максимально – по 3 дні).

Ожеледь найчастіше утворюється у грудні – січні. У середньому протягом холодного сезону це явище спостерігається 12 днів.

Також (12 днів) є повторюваність днів з хуртовинами. Найчастіше вони спостерігаються у січні та лютому.

Кількість днів з грозами в середньому за рік становить 24. Найбільше таких днів, а саме – 6-7 спостерігається у липні – серпні.

Найчастіше грози виникають у післяполуденні години. Часто грози супроводжуються шквальним вітром, а інколи і випадінням граду. Тривалість останнього, як правило, становить кілька хвилин. [39.40]

Кліматичні показники наведені в табл. 3.1.1

Кліматичні показники

№ пп	Кліматичний показник, що аналізується	Район та підрайон	Значення кліматичного параметра у пі-	Джерело
1	Фізико-географічний підрайон	ПВ1	Полісся	1
2	Температурна зона	I	Більше 3500 граду-	2
3	Район за вагою снігового пок-	IV	$W_B = 1,4$ кПа	3
4	Район за товщиною	II	$b = 16$ мм	3
5	Район за тиском вітру	III	$w = 0,5$ кПа	3
6	Район за середньою швидкістю вітру у зимовий період	IV	$v =$ від 3,1 до 4,0 м/с	3
7	Зона за типом сонцезахисних пристроїв	I	Перегрів – від 20 до 40 днів	4
8	Середньомісячна температура повітря в січні (самий холод-	I	Від -5 до -8 °С	7
9	Середньомісячна температура повітря в липні в (самий жар-	I	Від 18 до 20 °С	7
10	Середньомісячна відносна вологість повітря у липні	I	Від 65 до 75 %	7
11	Середня швидкість вітру у січні	I	$v =$ від 3 до 4 м/с	7
12	Кількість опадів за рік	I	Від 550 до 700 мм	7
13	Абсолютний мінімум	I	Від -37 до -40 °С	7
14	Абсолютний максимум	I	Від 37 до 40 °С	7

Аналіз річного ходу температури і відносної вологості повітря наведений на рис.3.1.1.

Аналіз річного ходу температури і відносної вологості повітря

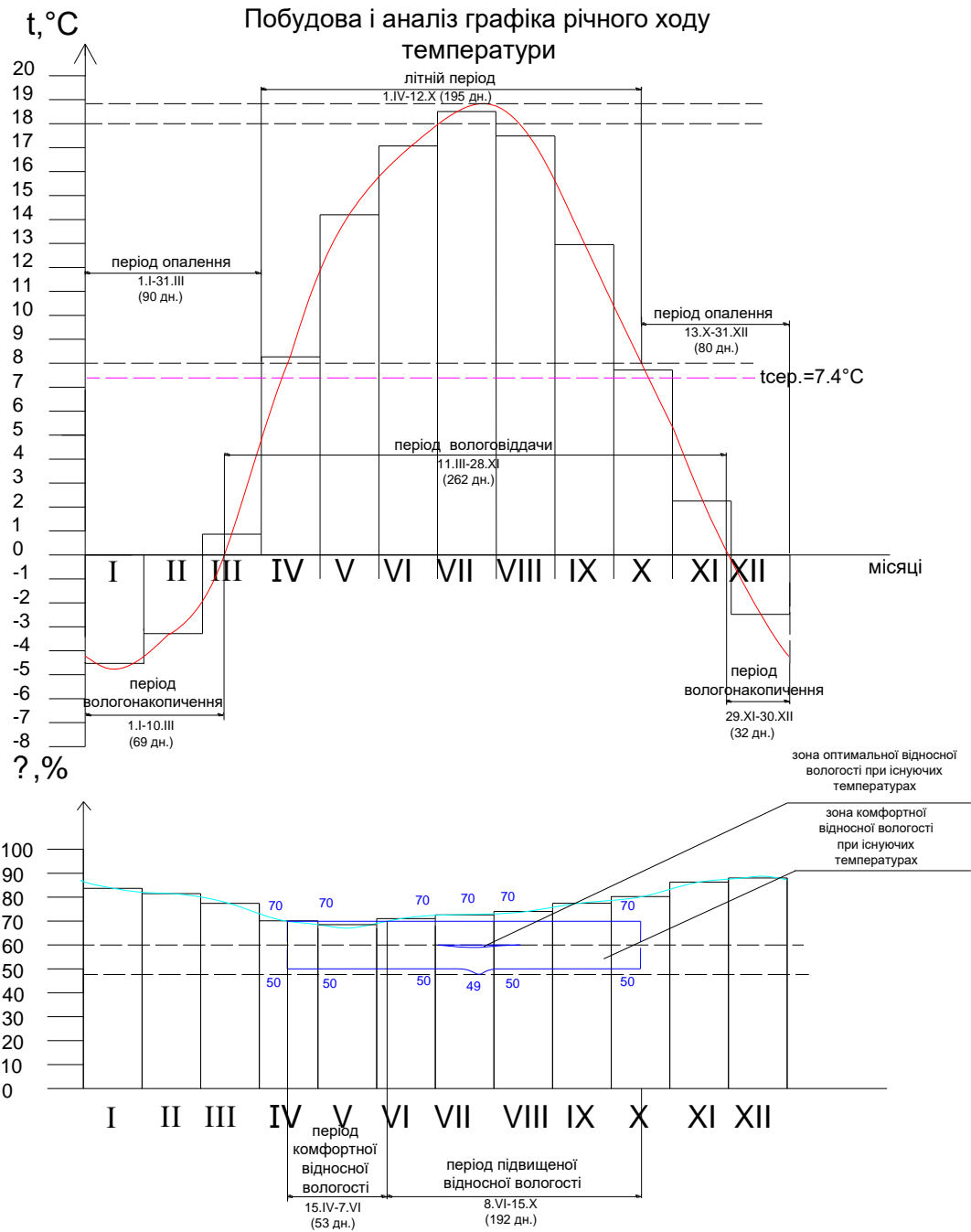


Рис. 3.1.1. Аналіз річного ходу температури і відносної вологості повітря

Аналіз вітрового режиму територій

Таблиця 3.1.2

Місяці	Параметр	Бік горизонту							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗах	Зах	ПнЗах
I	Повторюваність, %	5,1	3,0	9,9	13,1	11,4	15,2	34,2	8,1
	Швидкість вітру, м/с	3,6	2,9	3,9	3,9	4,0	4,8	5,8	5,1
VII	Повторюваність, %	11,4	6,3	8,9	9,3	8,0	11,4	29,1	15,6

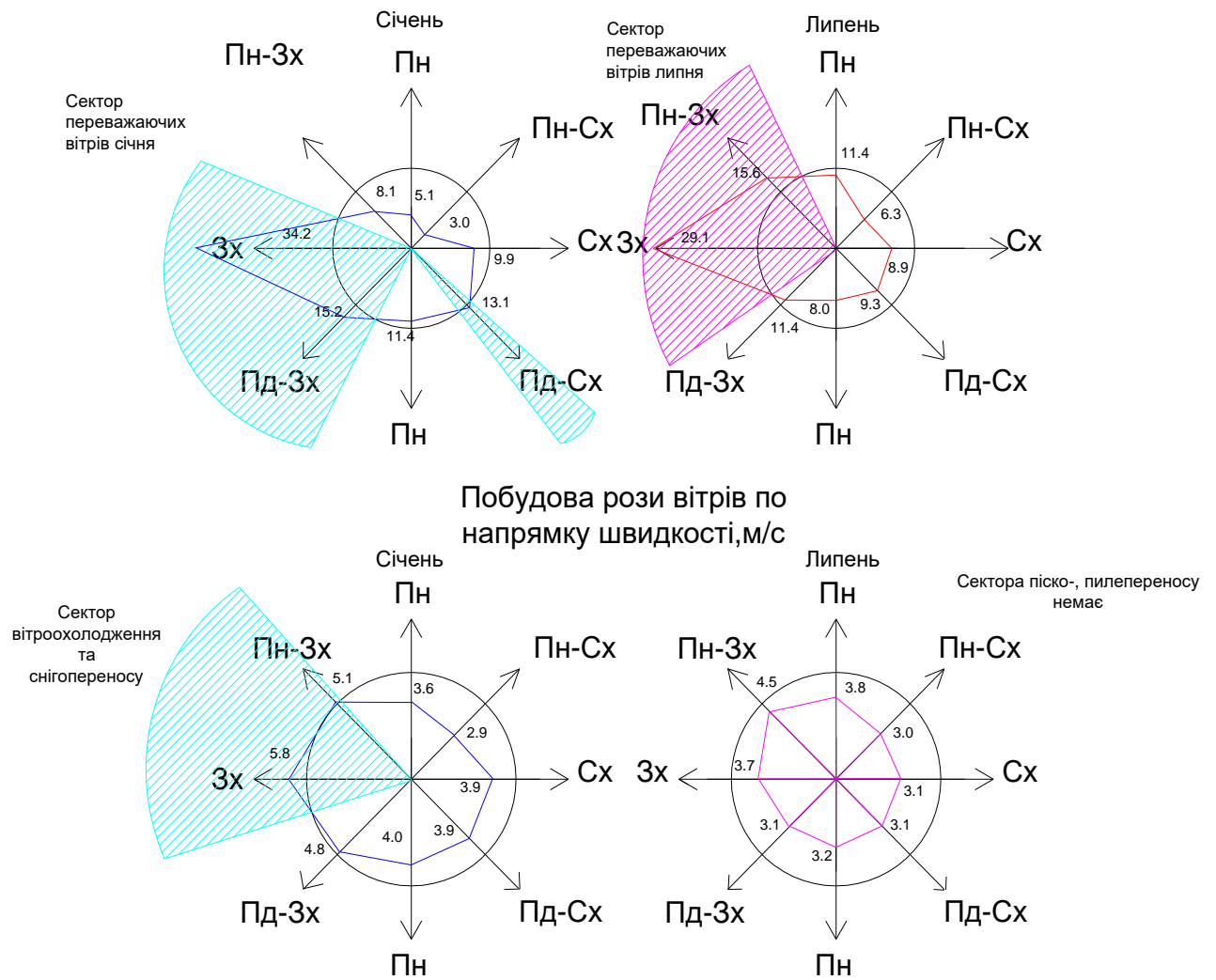


Рис. 3.1.2 Рози вітрів

Середня місячна та річна кількість опадів

Таблиця 3.1.3

Місяць												Період		Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	холодний (XI-III)	теплий (IV-X)	
38	37	34	42	61	79	86	63	62	46	51	49	209	439	648

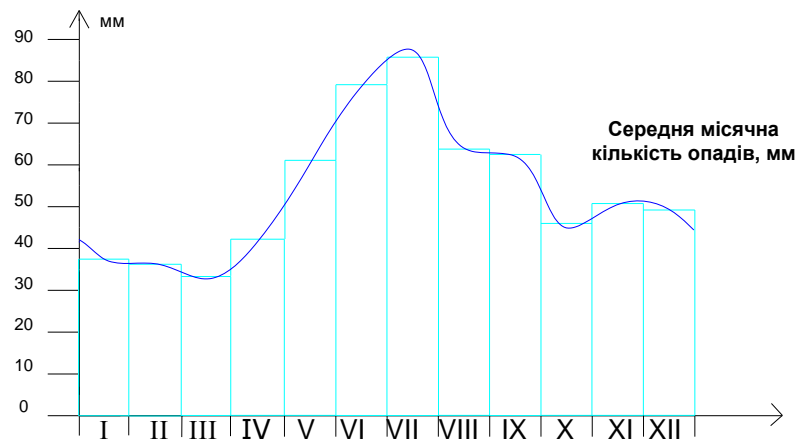


Рис.3.1.3 середньомісячна кількість опадів

Добовий максимум опадів

Таблиця 3.1.4

Місяць													Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
22	23	26	26	36	64	103	50	54	44	33	24	103	

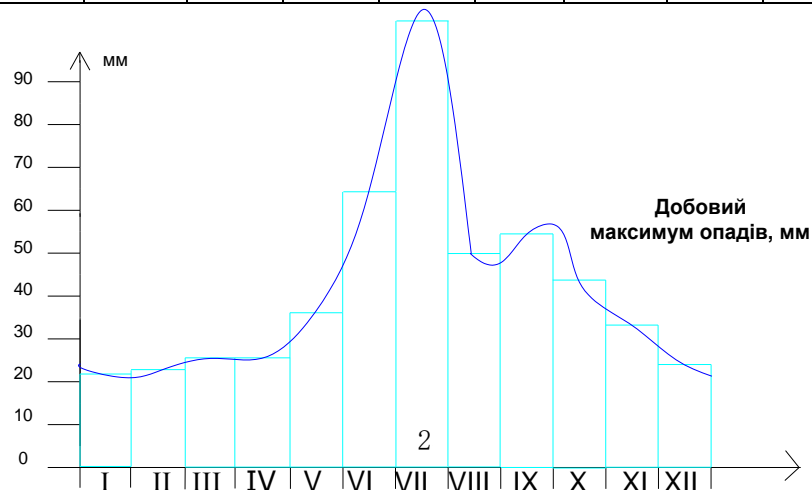


Рис.3.1.4. Добовий максимум опадів

Місячна та річна кількість рідких, твердих та змішаних опадів, мм

Таблиця 3.1.5

Опади	Місяць												Рік	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	мм	%
Рідкі	8	6	7	34	64	86	80	73	57	49	34	14	512	79
Тверді	18	19	12	1	0	0	0	0	0	1	3	13	67	10
Змішані	11	12	11	9	1	0	0	0	0	2	10	13	69	11

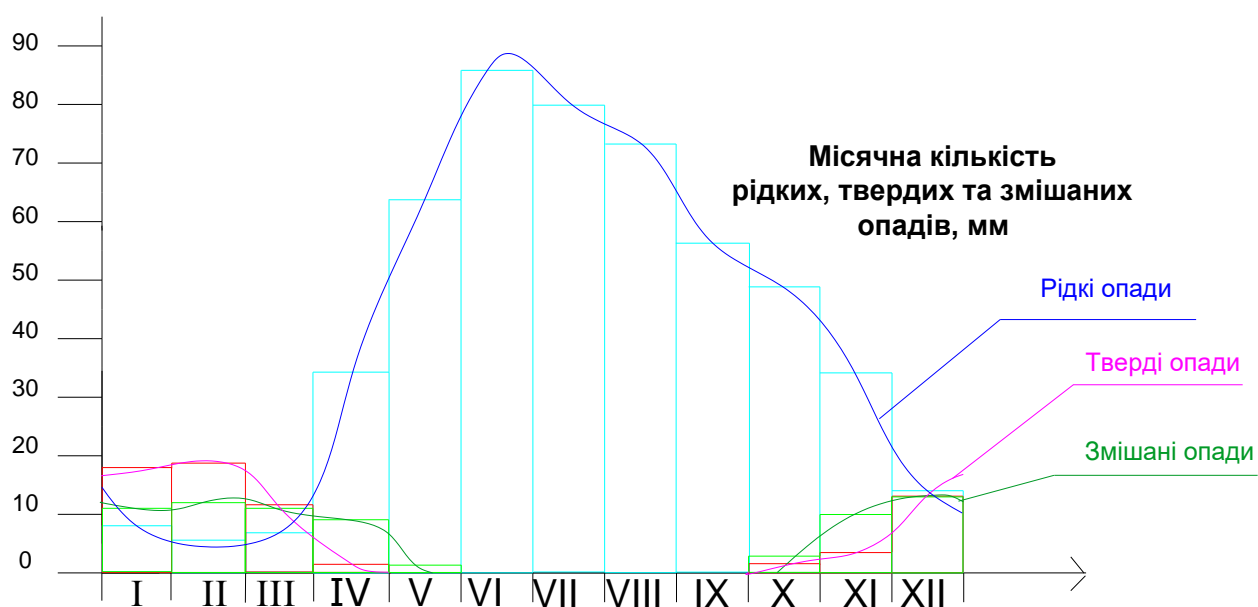


Рис.3.1.5. Місячна кількість опадів

Кількість днів з туманом

Таблиця 3.1.6

Кількість днів	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середня	3	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	27
Найбільша	6	9	8	3	3	3	3	4	6	9	11	8	41

Кількість днів з туманом

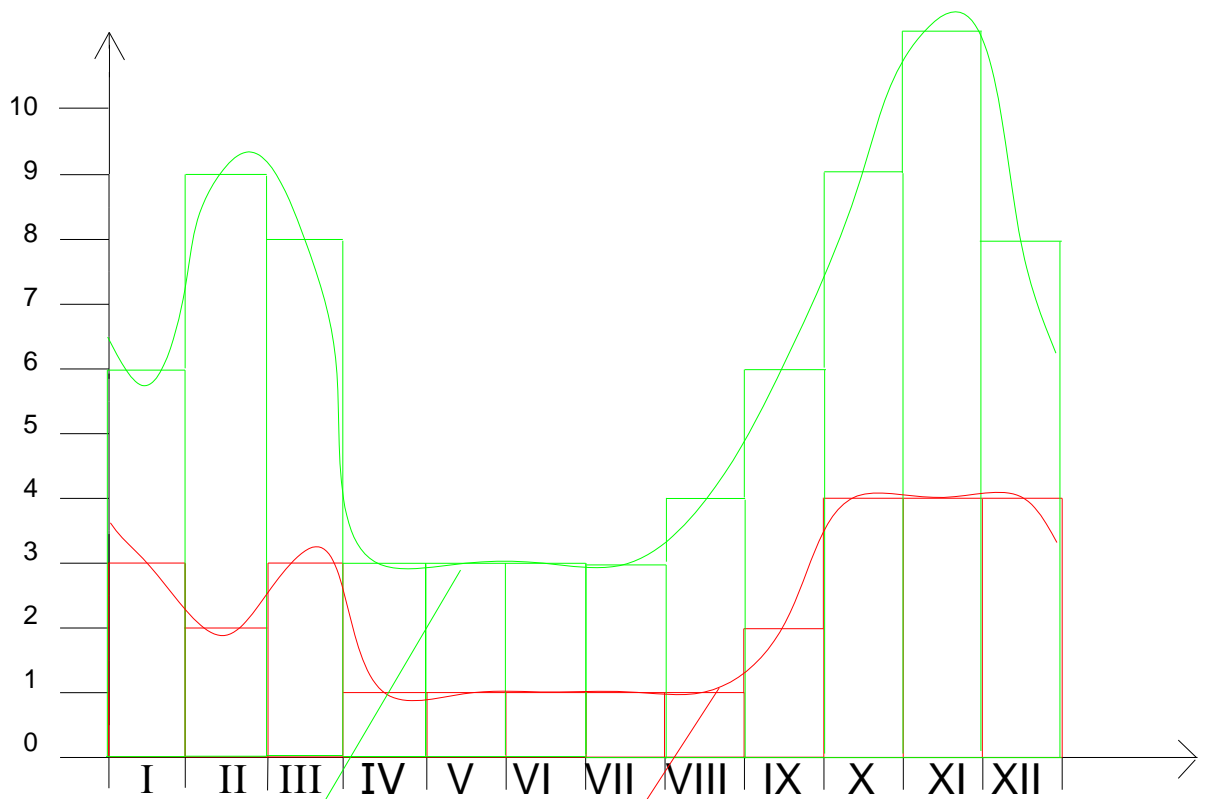


Рис. 3.1.6. Кількість дні з туманами

Максимальна кількість днів з туманом

Середня кількість днів з туманом

3.2. Геологія

Природне геологічне середовище України

Основні риси рельєфу. Рельєф України досить різноманітний. На рівнинній території України, що є частиною великої Східноєвропейської рівнини, чергуються низовини і височини. На її заході підносяться гірські пасма Українських Карпат, на крайньому півдні височать пасма Кримських гір.

Поверхня території України формувалася протягом багатьох геологічних епох. На її розвиток вплинули новітні (сучасні) тектонічні рухи, давні зледеніння і відкладання *лесів* (жовтувата пориста порода, що утворилась в льодовиковий період), коливання рівня моря, ерозійна робота річок і вітру, господарська діяльність людини. Низовини, височини і гори неоднакові за висотою і формами рельєфу.

Більшість території України (95 %) займають рівнини. Гори, підносяться лише на заході та крайньому півдні нашої країни. Рівнинні простори України за характером рельєфу і висотою над рівнем моря неоднорідні. Тут виділяють низовини і височини, які займають відповідно 70 % і 25% її території. Абсолютні висоти рівнинної частини коливаються від -5 м на узбережжі Хаджибейського лиману до 515 м на Хотинській височині (г. Берда), яка розміщена в межиріччі Дністра і Пруту.

Середні висоти всієї території України не перевищують 170—180 м над рівнем моря. На Азово-Чорноморському узбережжі абсолютні висоти коливаються в межах 10-15 м, на височинах – 300-400 м. Гірські хребти досягають 1700-2000 м. Найвища точка розташована в Українських Карпатах. Це гора Говерла з абсолютною висотою 2061 м.

У цілому територія нашої країни має загальний похил з півночі на південь, від Поліської низовини до Чорного моря. Зниження рельєфу добре

виражене і від західних та східних окраїн до долини Дніпра. Виняток становлять лише гірські області і нахилена на північ рівнина Кримського півострова.

Територія України характеризується різноманітністю своєї геологічної будови, формуванням протягом тривалого часу своїх складових частин. Розміщується Україна в зоні зчленування Східноєвропейської платформи і складчастих споруд Середземноморського поясу, які включають Карпати і Крим. Серед головних її структурних елементів треба назвати Український щит, складчасті споруди Донбасу, Криму і Карпат, Дніпровсько-Донецьку западину, Волино-Подільську плиту. Вони мають різну геологічну будову й історію розвитку.

Більша частина території України відноситься до південно-західної окраїни Східно-Європейської рівнини та має рівнинний і горбкуватий рельєф; тільки на півдні піднімаються Кримські гори, а на заході – Українські Карпати. Східно-Європейська рівнина в межах України складається з піднесених і низинних ділянок, що збігаються відповідно з підняттями й опусканнями кристалічного фундаменту платформи. Серед перших найбільш значні Волинська височина, Подільська височина, що простягнулися із північного заходу на південному сході від верхньої течії ріки Буг і верхні ліві припливи Дністра до долини Південного Бугу (висота до 471 м - гора Камула). На схід, між Південним Бугом і Дніпром, перебуває Придніпровська височина (висота до 323 м), а на лівобережжі Дніпра, у південно-східній частині республіки, вузькою смугою тягнеться Приазовська височина (висота до 324 м – гора Бельмак-Могила). З північного сходу до неї примикає Донецький кряж (висота до 367 м - гора Могила-Мечетна), на території якого часто зустрічаються терикони, кар'єри й інші форми рельєфу, що утворилися в результаті господарської діяльності людини. На північному сході у межі України заходять відроги Середньоруської височини. Для височин характерно глибоке й густе розчленування поверхні долинною і ярово-балковою мережею [37,38].

Північна частина України займає південь Поліської низовини з висотою 150-200 м; її рівнинна поверхня утворена древніми флювіогляціальними й алювіальними відкладеннями, місцями ускладненими моренно-горбкуватими, еоловими формами рельєфу й карстом.

На південному сході Полісся поступово переходить у Придніпровську низовину, що простирається по лівобережжю Дніпра в його середній течії; у західній частині низовини добре розвинені заплавна й надзаплавна тераси Дніпра; східна частина являє собою рівнину, розчленовану ярами, балками й асиметричними долинами лівих припливів Дніпра.

Південна частина України зайнята Причорноморською низовиною, злегка похилою на півдні рівниною із широкими долинами й плоскими вододілами з більшою кількістю подів, степових блюдець, що утворилися в результаті просадних явищ у лесових породах.

Низинні простори Північного Криму, що є продовженням Причорноморської низовини (за винятком Керченського півострова, що відрізняється горбкуватим рельєфом і наявністю грязьових вулканів), на півдні переминаються Кримськими горами (найвища - Південна, або Головна Кримська гряда з вершиною Роман-Кош - 1545 м). Для рельєфу Кримських гір характерні вирівняні поверхні (яйли) із широким розвитком карстових форм. Кримські гори займають крайній південь Кримського півострова. Вони простягаються з заходу на схід на 180 км. Виділяються три гірські пасма: Головне з висотами 1 200—1 500 м, Внутрішнє з висотами 400—600 м та Зовнішнє з висотами 250—350 м. Схили пасом асиметричні: південні — круті і урвисті, північні — пологі. Це пов'язано з розмиванням м'яких порід в гірських нашаруваннях, що складаються з пластів різної твердості. Довгі і похилі схили Зовнішнього і Внутрішнього пасом збігаються з напрямом залягання стійких гірських порід — вапняків, круті схили — наслідок руйнування м'яких порід — мергелів і глин. Такі асиметричні форми

рельєфу називають куестами. Між куєстовими пасмами в результаті ерозії утворилися зниження.

Говерла — найвища точка України. Це край субальпійських і альпійських лук. На північ від Говерли біліють пасма Горган з кам'яними розсипищами на схилах. На півдні видніються скелясті гребені давнього масиву Мармарош (Рахівські гори). На схід підносяться масиви Гринявських гір і Свидівця. Основну групу гір масиву Чорногора, в якому знаходиться Говерла, складають розташовані на захід від неї г. Петрос і на південний схід — гори Ребра, Гутин Темнатик, Бребенескул, Піп-Іван та ін. Вони підносяться вище 2 000 м і виділяються на фоні смерекових і букових лісів та мальовничих полонин. У південно-західних передгір'їв Українських Карпат простирається алювіальна Закарпатська низовина (висота 100-120 м).

Тектонічна будова України. В тектонічному відношенні більшість території України знаходиться на давній *Східноєвропейській платформі*. У межах нашої країни виявлені гірські породи віком 3,7 млрд років, які залягають на Українському кристалічному щиті. По сьогодні в Україні є виступи древнього кристалічного фундаменту на поверхню — *Український кристалічний щит*, який займає всю центральну частину території України й охоплює територію Житомирської, Київської, Хмельницької, Вінницької, Черкаської, Кіровоградської, Дніпропетровської, Запорізької та північ Миколаївської та Одеської областей. Тобто центральну частину Поліської низовини, Придніпровську й Приазовську височини. Український кристалічний щит частково перекритий осадовими породами. В його сучасній будові породами докембрійського віку частково перекриті неогеновими відкладами.

На північному сході України в межах придніпровської та Полтавської низовин виділяється *Дніпровсько-Донецька западина*, що утворилась в епоху герцинської складчастості.

На південь від неї розташована *Донецька складчаста споруда*, що в рельєфі відповідає Донецькій височині. Вона формувалась під час герцинської складчастості в карбоновий (кам'яновугільний) період.

На крайньому сході на територію України заходять схили *Воронезького кристалічного масиву*, що в рельєфі відповідає Середньоруській височині.

На захід від Українського щита розташована *Волино-Подільська плита*, яка вузькою смугою проходить через територію Волинської, Рівненської, Тернопільської й Чернівецької областей. Вона утворилась під час каледонського горотворення. Північ перекрита потужними відкладами крейдового періоду.

До Волино-Подільської плити примикає *Львівська западина* герцинського віку, яка має подібну до неї геологічну будову. Північ Львівської западини (Волинська, захід Рівненської та північ Львівської областей) перекрита потужними відкладами крейдового періоду. Південь геологічно близький до Дніпроовсько-Донецької западини.

На південь від Українського щита знаходиться *Причорноморська западина*, яка в рельєфі відповідає Причорноморській низовині. Вона доволі молода, утворилася під час альпійської складчастості внаслідок підняття території й регресії моря. Причорноморська западина складена породами неогенового віку.

На заході між Львівською западиною й Карпатською складчастою спорудою на територію України заходить *Західноєвропейська платформа*, перекрита осадовим покривом каледонської складчастості.

На півночі Криму знаходиться *Скіфська плита*, яка в рельєфі відповідає Північнокримській низовині [38].

На території України виділяють *складчасті області Українських Карпат* і *Гірського Криму*, які належать до Альпійсько-Гімалайського складчастого поясу. *Карпатська складчаста система* складається з

Передкарпатського передгірного прогину (Передкарпатська височина), *Карпатської складчастої споруди* (Українські Карпати) й *Закарпатської западини* (Закарпатська низовина).

В межах Кримської складчастої системи виділяють *Складчасто-брилову споруду Гірського Криму* (Кримські гори) й *Індоло-Кубанський прогин* (північ Керченського півострова).

Таким чином тектонічна й геологічна будова тісно пов'язана з рельєфом України.

Ґрунтовий покрив України. Ґрунтовий покрив України дуже різноманітний. Номенклатура ґрунтів, прийнята при великомасштабному ґрунтовому картуванні, нараховує біля 650 видів. Розподілено всю цю розмаїтість ґрунтів на території країни нерівномірно: по-перше, відповідно загальної фізико-географічної (ландшафтної) зональності; по-друге, у зв'язку з місцевими (провінційними) особливостями природної обстановки. Але поряд із дуже строкатими в ґрунтовому відношенні територіями, як, наприклад, Полісся, Лісостеп, гірські провінції, на величезних просторах Степу, що займають майже половину площі країни, ґрунтовий покрив простий – монотонний на великих відстанях. Ступінь складності ґрунтового покриву визначається не тільки типологічною розмаїтістю ґрунтів, але і різними їхніми сполученнями, розмірами і формою контурів.

Типи ґрунтового покриву генетично нерозривно зв'язані з фізико-географічною обстановкою – ландшафтними типами місцевості. Тому географія ґрунтового покриву на території України (як і скрізь на земній суші) тісно зв'язана з фізичною (ландшафтною) географією. Ґрунтові регіони різних територіальних рангів до деталей повторюють фізико-географічні регіони (області, пояси, зони, підзони і провінції). І тому, що ці ландшафтні регіони на території країни суворо закономірні, то також закономірно розподілені і типи ґрунтового покриву, що представляють ці регіони.

Територія України має два ґрунтово-біокліматичні пояси – бореальний (помірно холодний – Полісся) і суббореальний (помірний – інша частина території). Крім цих двох, чітко виявлений третій субтропічний теплий пояс, поданий дуже незначною територією (частиною південного берега головної Кримської гряди).

Утворення і поширення ґрунтів, рослинності, тваринного світу залежать від властивостей порід, що складають земну поверхню, форм рельєфу, кліматичних умов, господарської діяльності людини. В їх розміщенні по території України простежуються дві основні закономірності: широтна зональність на рівнинній частині та висотна поясність в Українських Карпатах і Кримських горах. Ґрунтовий і рослинний покрив змінюється також і в довготному напрямі у зв'язку з посиленням континентальності клімату із заходу на схід. Ґрунтові і рослинні зони простягаються з південного заходу на північний схід. На заході широколисті та мішані ліси заходять трохи далі на південь, а на сході степи — на північ.

Українські Карпати розташовані в помірному поясі, Кримські гори - на межі помірного поясу з субтропічним. Великі зміни в поширенні і властивостях ґрунтів, рослинності і тваринного світу сталися за історичний період у результаті освоєння земель, господарської діяльності на них, що супроводжувалось розорюванням земель і зникненням степової рослинності і тварин, вирубуванням лісів, вирощуванням сільськогосподарських культур, одомашненням та акліматизацією тварин, насадженням нових лісів, створенням парків, водоймищ тощо.

Різні типи ґрунтів в Україні займають неоднакові площі. На півночі рівнинної частини, на Поліссі, поширені дерново-підзолисті сірі лісові і темно-сірі опідзолені ґрунти. Дерново-підзолисті утворилися на воднольодовикових, льодовикових та глинистих річкових, піщаних та супіщаних відкладах під мішаними дубово-сосновими лісами і поширені на

річкових терасах, моренних і піщаних рівнинах. Розріз (профіль) цих ґрунтів поділяється на добре виражені горизонти, верхній гумусовий шар незначний — 18—24 см. Ґрунти бідні на гумус, його вміст у верхньому горизонті становить тільки 0,7—2,0 %. Для підвищення їх родючості вносять органічні і мінеральні добрива. Дерново-підзолисті ґрунти завдяки вмісту в них сполук заліза та алюмінію мають кислу реакцію ґрунтового розчину. Для покращання умов росту сільськогосподарських культур їх вапнують.

Сірі лісові ґрунти сформувалися на лесових породах під широколистяними лісами. Вони поділяються на ясно-сірі, власне сірі лісові та темно-сірі опідзолені. Ясно-сірі та сірі лісові ґрунти мають також добре помітний поділ свого профілю на горизонти, їх верхній (гумусовий) горизонт сірого кольору, в ньому міститься 2,5—3,0 % гумусу.

Темно-сірі опідзолені ґрунти на відміну від сірих лісових мають потужніший гумусовий горизонт, під яким простежується білуватий прошарок. Вміст гумусу в них становить 3,5—4,5 %, вони багатші, ніж сірі лісові ґрунти, на поживні речовини, такі, як азот, калій, фосфор.

У лісостеповій і степовій зонах України поширені чорноземні ґрунти. Ці ґрунти утворилися під трав'янистою рослинністю на карбонатних лесових породах. Завдяки трав'янистій рослинності і невеликій кількості опадів, які не можуть вимити поживні речовини, що утворюються з решток рослин, вони накопичуються в ґрунті. Тому чорноземи мають потужніший, ніж всі інші ґрунти, гумусовий горизонт, з яким пов'язана їх висока родючість. Розрізняють опідзолені типові, звичайні, південні чорноземи і чорноземи на продуктах вивітрювання твердих порід.

Опідзолені чорноземи займають значні площі в північній частині лісостепової зони, поширені на Волинській, Подільській, Придніпровській, Середньоросійській височинах. Вони зовні подібні до темно-сірих опідзолених ґрунтів, але мають потужніший верхній гумусовий горизонт, у них більший

вміст гумусу - 3,5—5,5 %. Опідзолені чорноземи утворилися в процесі природного заростання степових просторів широколистяними лісами. Вони мають добрі агрономічні властивості, є родючими.

Типові чорноземи утворилися під лучними степами та в умовах періодичного промивного режиму, що сприяло глибокому проникненню в них коріння і вологи. Тому їх гумусовий горизонт досягає глибини 120—150 см, а весь ґрунтовий профіль однорідний: має темне забарвлення, інтенсивність якого з глибиною зменшується. Ці ґрунти мають зернисту структуру, містять у верхньому шарі від 3 до 6 % гумусу. Родючість їх також є високою. Типові чорноземи займають лівобережну частину Лісо-степу.

Звичайні чорноземи поширені в північній частині степової зони. Вони утворилися під різнотравними і типчаково-ковилевими степами за умов посушливого клімату, глибокого залягання ґрунтових вод. Потужність їх менша порівняно з типовими чорноземами і становить 60—80 см. Вміст гумусу у верхньому шарі змінюється від 4—5 до 6,5 %.

Південні чорноземи поширені в північній частині Причорноморської низовини, Степовому Криму . Ці ґрунти утворилися в умовах посушливого клімату, під розрідженими ковилово-типчаковими степами. Тому потужність гумусу в них менша порівняно із звичайними чорноземами. Темно-сіре забарвлення ґрунту спостерігається до глибини 30—50 см. А на глибині 90—120 см залягає суцільний водонепроникний горизонт. Це погіршує агрономічні властивості цих ґрунтів. Вони містять від 3,5 до 5,0 % гумусу у верхньому шарі. Для вирощування сільськогосподарських культур на цих ґрунтах потрібне зрошення.

Чорноземи на продуктах вивітрювання твердих порід поширені на Донецькій височині, в Степовому Криму і передгір'ях Кримських пасом. Гумусовий горизонт їх має буруватий відтінок, в

грунті наявний щєбінь материнських порід. Родючість цих ґрунтів порівняно з іншими чорноземами є нижчою.

На півдні Причорноморської низовини та в північній частині Степового Криму, де кліматичні умови посушливі, поширені темно-каштанові і каштанові ґрунти їх гумусовий горизонт має потужність 40—50 см. Вміст гумусу у верхньому горизонті становить 3,0—4,5 %.

У зоні мішаних лісів, долинах річок, на межирічних зниженнях поширені болотисті ґрунти. Вони утворилися в умовах надмірного зволоження при високому рівні ґрунтових вод. Серед них розрізняють болотні мінеральні, торфово-болотні, торфові ґрунти. Останні мають шар торфу глибше 50 см. Для сільськогосподарського використання цих ґрунтів треба застосовувати меліоративні заходи.

На невеликих ділянках серед каштанових ґрунтів, на терасах річок, прибережних територіях поширені солончаки. Вони не мають властивого ґрунтам поділу на горизонти. В Україні переважають содові та хлоридно-сульфатні солончаки [37,38,40].

Геологічна структура Рівненської області.

Розміщення Рівненщини на межі Східноєвропейської платформи і Карпатської геосинклінальної області зумовили бурхливий і неоднозначний перебіг геологічної історії, що відбилося у неоднорідності тектонічної структури і формуванні досить складного комплексу геологічних відкладів на більшій частині області.

Геологічну будову території області визначає її положення у межах занурення південно-західного краю Східноєвропейської платформи. Від сходу межі області до лінії смт. Томашгород - смт. Соснове - м. Корець простежуються близьке залягання і виходи на поверхню кристалічних порід

Українського щита. Крайня північно-західна частина лежить у межах Ратнівського горсту, вивпненого відкладами крейдового віку. Переважна частина області пов'язана із Волино-Подільською моноклі наллю. Вона характеризується зануренням поверхні фундаменту і збільшенням потужності нижнього структурного поверху осадочного чохла із Сходу на Захід в міру нарощування молодших за віком палеозойських помірно дислокованих порід: венду (пісковики, алевроліти, базальти, туфи), рифею (базальти, пісковики, сланці), ордовіку (пісковики, вапняки), силуру (мергелі, доломіти). Верхній структурний поверх представлений моноклінальною карбонатною товщею крейдового віку. У південно-східній частині області і на територіях, прилеглих до виходів кристалічного фундаменту, залягають неогенові вапняки, пісковики, піски. Для антропогенового покриву характерні алювіальні моренні відклади у долині Прип'яті, водно-льодовікові поля у центральній частині і лесоподібні породи на Півдні області. Область відзначається рівнинною поверхнею, пересічна висота якої 184 м (найвища точка 372 м на крайньому Півдні, найнижча - 134 м у долині р. Горини на крайній Півночі). В орографічному відношенні Рівненської області поділяють на дві частини. Більша північна її частина, лежить у межах Поліської низовини. Її поверхня - низовинні, плоскохвилясті акумулятивні рівнини з широкими терасованими долинами річок, розділеними невиразними, іноді заболоченими вододілами з еоловими, гляціальними або денудаційними формами. Південна частина області розташована в межах Волинської височини, являє собою підвищену, хвилясту лесову рівнину, розчленовану густою мережею річок на окремі плато (Мізоцький кряж, Повчанське плато, Рівненське плато, Гощанське плато), а також балками та ярами. На крайньому Південному Заході – рівнина Малого Полісся. Корисні копалини - торф (за запасами посідає 1-е місце в Україні; розвідано більше 300 родовищ, у тому числі 135 родовищ – площею понад 1 тис. га - Кремінне, Коза-Березина, Морочне) та мінеральне будівельні матеріали. Численні родовища гранітів, гранодіоритів пов'язані з Українським щитом.

Особливо відомі ясно-рожеві та сірі граніти (Рокитнівський, Березнівський, Корецький та інші райони). В області є значні запаси базальту (Костопільський, Володимирецький райони), а також каолінів (Рокитнівський, Корецький райони). У західній частині Рівненської області, де кристалічні породи занурюються на велику глибину, переважають ліс, глини, крейда, пісковики тощо. У південній частині - поклади лесоподібних суглинків, гончарних глин, крейди, вапняків, пісковиків. Піски поширені повсюдно, особливо на Півночі. З корисних копалин, які не мають промислового значення, - мідь, болотні залізні руди, вугілля, бурштин. Джерела мінеральних вод типу миргородської та трускавецької.

Ґрунтовий покрив області неоднорідний і відзначається великою різноманітністю як за генезисом, гранулометричним складом, водно-фізичними властивостями так і за родючістю.

Найпоширенішими типами ґрунтів в області є дерново-підзолисті, опідзолені, дерново-оглеєні та болотні ґрунти. Найпоширеніші опідзолені (ясно-сірі, сірі лісові, темно-сірі та чорноземи опідзолені; у лісостеповій частині, 27,1 % заг. площі області) та дерново-підзолисті (піщані, глинисто-піщані, оглеєні; в осн. на Поліссі, 20,4 %) ґрунти. Чорноземи вкривають вододільні простори у лісостеповій частині (5,3 %). Дернові ґрунти на елювії щільних карбонатних порід поширені на Пд. Зх. області. Знижені ділянки вододілів, терас, заплави річок і днища балок займають лучні, лучно-чорноземні, дернові (12%), болотні (7,8 %), торфово-болотні ґрунти та торфовища (13,3%). Еродованих ґрунтів близько 146 тис. га. Основні проблеми господарського використання ґрунтів пов'язані з осушенням надмірно зволжених ґрунтів, вапнуванням кислих ґрунтів у Поліссі та протиерозійними заходами у лісостеповій частині області [40].

Складні природні умови території і, в першу чергу, розмаїття приповерхневих геологічних утворень (“материнських порід”), зумовили строкатість і

різноманітність ґрунтового покриву. За даними ґрунтових обстежень, у межах області було виділено 277 ґрунтових змін (М. Кваша, 1970). Новіші роботи ґрунтознавців Рівненської філії інституту землеустрою, Національного університету водного господарства та природокористування та інших наукових і проектних організацій області дозволяють виділити з цього розмаїття кілька найпоширеніших типів ґрунтів (табл.3.2.1.).

Таблиця 3.2.1.

Основні типи ґрунтів Рівненської області (всі землі господарств із сільськогосподарським виробництвом)

Типи ґрунтів	Площа, тис. га
1.Дерново-підзолисті	264,6
2.Опідзолені	285,6
3.Чорноземи типові	42,0
4.Чорноземи і дерново-карбонатні ґрунти	39,2
5.Дернові оглеєні	130,6
6.Лучні та чорноземно-лучні	53,6
7.Болотні	229,1
8.Розмиті ґрунти та виходи корінних порід	1,5

Описувана територія є похилою на північ рівниною. Абсолютні висоти змінюються від 372м (с. Дружба на півдні Рівненщини) до 134 м на півночі, при виході Прип'яті на територію Білорусі. Не дивлячись на те, що за середніми

висотами Західне Полісся є одним з найнижчих регіонів України, тут простежується своєрідна субмеридіональна ярусність поверхні: низовина Волинського Полісся, яка займає більшу частину території на півночі регіону, при просуванні на південь поступово переходить у субширотні смуги Волинської височини, Малего Полісся та північного виступу Подільського плато. Межі між цими ярусами досить виразно простежуються у рельєфі. Особливістю території є її рівнинна поверхня з дуже низьким нахилом біля 0,0001.

Кожен із згаданих ярусів характеризується не тільки гіпсометричними відмінностями, але й своєрідними комплексами рельєфу, створеними складною і тривалою взаємодією внутрішніх і зовнішніх сил (морфоструктурою і морфоскульптурою рельєфу), а відтак і специфікою геоморфологічних умов зволоження.

Відносно високе зволоження Рівненської області зумовлене не стільки надмірною кількістю атмосферних опадів, скільки стабільним переважанням опадів над випаровуванням. Це у сприятливих умовах рівнинного рельєфу є одним з вирішальних факторів формування густої і різноманітної мережі поверхневих вод за рахунок численних річок, каналів, природних та штучних водойм і боліт.

Структурно-геологічні “поверхи” Рівненської області зумовили існування принаймні трьох ярусів підземних водоносних горизонтів. Особливістю території є близьке до поверхні залягання водотривів. За гідрогеологічними особливостями територія розташована у межах трьох артезіанських басейнів: Волино-Подільського, Прип'ятського та Українського басейну тріщинних вод, пов'язаних з відповідними тектонічними структурами.

Ґрунти Поліської низовини, як і більшість осушених ґрунтів лісостепу, мають досить низьку буферність (протистояння до зовнішнього впливу) за рахунок легкого механічного складу одних і органічної природи інших. Внаслідок цього діапазон меж допустимого впливу зовнішнього середовища

на осушені ґрунти достатньо вузький і критичне навантаження настає дуже швидко. Оскільки міжбіогеоценозний зв'язок в умовах Полісся і в межах окремих територій (як правило річкових басейнів) лісостепу проявляється досить чітко, то екологічні зміни одного біогеоценозу відбиваються на інших.

Схилові ґрунти Рівненської височини характеризуються такими основними показниками: (табл. 3.2.2.).

Таблиця 3.2.2.

Характеристика основних показників схилових ґрунтів Рівненської височини

№ п/п	Назва показників	Середня величина показника ґунту		
		Сірий опідзо- лений	Темно-сірий опідзолений	Чорнозем типо- вий
1	Вміст гумусу, %	1,6 - 2,4%	1,5 - 2,6	2,5 – 4,1
2	Сума водостійких агре- гатів розміром > 0,25 мм , %	18,5	18,3	25,2
3	Вміст фізичної глини, %	15,9 – 65,3	16,4 – 28,5	15 – 57,2
4	Щільність ґрунту, г/см ³	1,48	1,52	1,41
5	Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³	2,66	2,60	2,62
6	SiO ₂ : R ₂ O ₃	13,8	14,6	7,76

7	Коефіцієнт протие-розійної стійкості за Вороніним та Кузнецовим	3 - 35	4- 50	10 - 50
---	---	--------	-------	---------

В області нараховується більше 600 родовищ корисних копалин, які представлені 18 видами.

Мінерально-сировинна база Рівненщини здебільшого представлена будівельною сировиною, серед якої переважають родовища каменю будівельного, пісків, суглинків, крейди [37].

В якості будівельного каменю широко використовуються інтрузивні та ефузивні породи: граніти, гранодіорити, базальти тощо. Подрібнений камінь (бутовий і щебінь) використовується в області, переважно як заповнювач бетону, шляховий щебінь - для спорудження фундаментів і будівель. За останніми даними залишкові запаси будівельного каменю складають більше 500 млн. м³. При видобутку на рівні 2,0-2,5 млн. м³ в рік, існуючі виробничі потужності переробних підприємств забезпечені сировиною майже на 200 років.

На території Рівненської області обліковується 238 родовищ з яких майже до 100 родовищ експлуатуються.

Дві третини корисних копалин становлять родовища торфу і сапропелю, які переважно розташовані в північних районах.

В складі ресурсного потенціалу широко представлена будівельна сировина, розвідані запаси якої забезпечують подальший розвиток виробництва будівельної продукції, облицювальних плит, цементу, вапна, цегли силікатної і керамічної, будівельних розчинів, тощо [38].

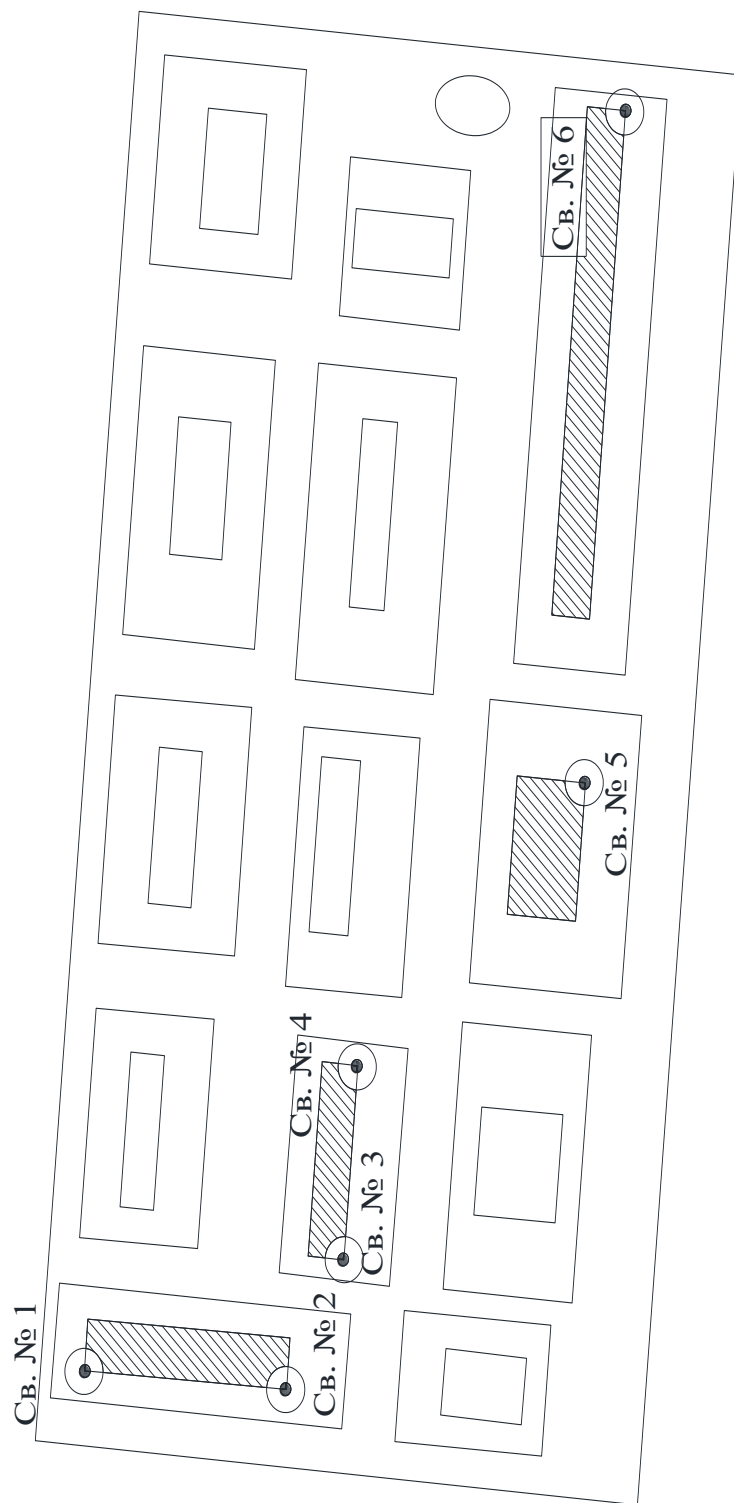
Область, єдина в Україні, має розвідані родовища бурштину: Клесівське в Сарненському та Вільне у Дубровицькому районах.

Геологічні умови розташування майданчика ВАТ «Рівнеазот»

Майданчик об'єкта ВАТ «Рівнеазот» розташований на відносно спокійному рівному рельєфі, який коливається в позначках від 170 до 176м, що за додатком Ж із ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва» [6] може бути віднесений до I-ї категорії складності (за геоморфологічними умовами).

Геологічна будова характеризується 7-ма інженерно-геологічними елементами, за даними буріння 6 свердловин глибиною до 50,4 м (рис3.3.1)

Рис.3.3.1. Схема розташування свердловин на об'єкті



Інженерно-геологічні елементи, зверху вниз представлені такими ґрунтами:

ІГЕ-1: насипний ґрунт;

ІГЕ-2: пісок крупний;

ІГЕ-3: пісок пилюватий, дрібний;

ІГЕ-3а: пісок пилюватий, дрібний, водонасичений;

ІГЕ-4: суглинок моренний;

ІГЕ-5: глина бура;

ІГЕ-6: пісок пилюватий, дрібний;

ІГЕ-7: пісок середньої крупності;

ІГЕ-7а: пісок середньої крупності, водонасичений;

ІГЕ-8: суглинок (наглинок);

ІГЕ-9: глина мергельна;

ІГЕ-10: пісок крупний.

Фізико-механічні властивості ґрунтів наведено в табл. 3.3.1.

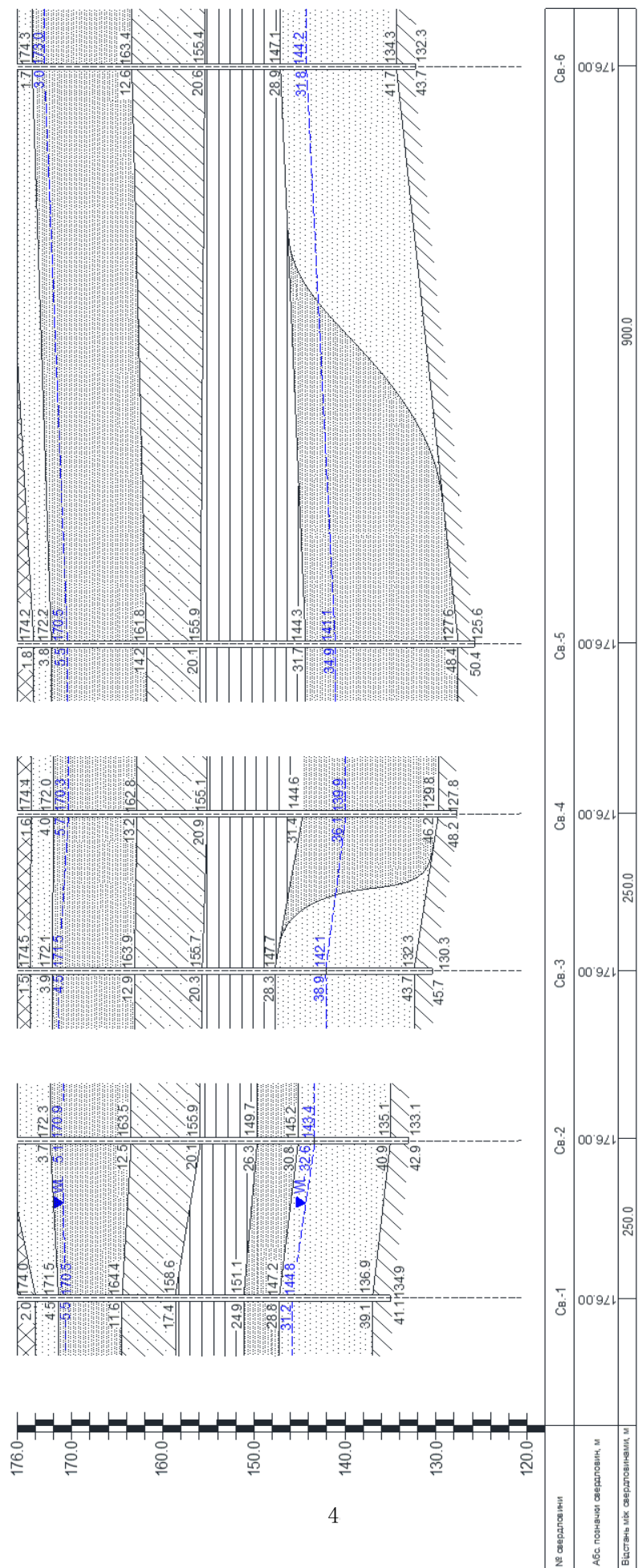
Табл. 3.3.1. Фізико-механічні властивості ґрунтів

№ п/п	Найменування ґрунтів	№ п/п ІГЕ	Фракції, мм, вміст, %						Щільність, г/см ³	Щільність мінеральних частинок, г/см ³	Пористість, n	Показники пластичності			Коеф. фільтрації, м/доба	Кут внутрішнього тертя, град	Зчеплення С, МПа	Модуль деформації Е, МПа
			1.0-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	...0.001				Wl	Wp	Ip				
1	насипний ґрунт	ІГЕ-1	10.90	85.5	1.3	0.8	1.5	-	1.7-1.9	2.68	0.41	-	-	-	0.01	39	29	-
2	пісок крупний	ІГЕ-2, ІГЕ-10	28.2	41.8	13.4	10.5	0.8	5.3	1.7-1.9	2.65	0.32-0.38	-	-	-	20.0	32	30	25
3	пісок дрібний, пилюватий	ІГЕ-3, ІГЕ-3а, ІГЕ-6	0.0	99.5	0.1	0.1	0.3	0.3	1.8-1.9	2.65	0.33-0.34	-	-	-	4.0	39	35	20
4	суглинок моренний	ІГЕ-4	11.2	47.8	14.0	18.4	8.6	-	1.7-1.9	2.7	0.34-0.42	0.16	0.09	0.07	0.01	16	14	25
5	глина бура	ІГЕ-5	1.3	5.0	4.5	30.0	9.1	50.1	1.8-1.9	2.75	0.30-0.41	0.34	0.15	0.19	0.35	18	12	20
6	пісок середньої крупності	ІГЕ-7, ІГЕ-7а	4.1	83.1	4.0	6.0	2.2	-	1.6-1.8	2.68	0.42-0.46	-	-	-	10.0	38	16	22
7	суглинок (наглинок)	ІГЕ-8	0.1	74.2	10.1	1.1	14.5	-	1.7-1.8	2.63	0.41-0.44	0.21	0.12	0.09	0.07	18	32	18

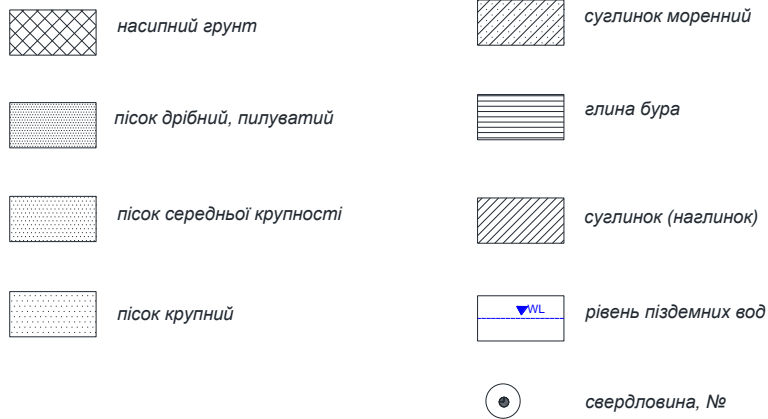
Геологічна будова приведена на геологічних розрізах по свердловинам 1-2; 3-4; 5-6 (рис3.3.2). Підземні води на ділянці представлені ґрунтовими водами на глибині від 173м до 170,3м і між пластовими нерівномірними ненапірними водами на глибинах від 151,7м до 139,7м, тобто за гідрогеологічними факторами майданчик відноситься до II-ї категорії складності.

Геологічних процесів та ґрунтів зі спеціальними властивостями не виявлено, тобто ділянка проста. Тобто ускладнюючих її використання процесів і ґрунтів, що вимагають спеціальних інженерних заходів не спостерігається.

Рис 3.3.2. Геологічні розрізи по свердловинам 1 - 2; 3 - 4; 5 - 6.



Умовні позначення:



Така геологічна будова за додатком Ж ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва» [6] дає підстави до віднесення ділянки до II-ї категорії складності.

Природоохоронні заходи необхідно передбачити та ретельно їх виконувати для попередження розпорошення та інфільтрації разом із дощовими водами в надра і забруднення I-го водоносного горизонту (ґрунтових вод). Інженерні заходи можуть розроблятися в 2-ох напрямках: в технологічному процесі, що передбачає очищення, інфільтрацію. На ряду з цим передбачаються система збору, і водовідведення атмосферних опадів. Також передбачається асфальтування, лотки, змивна каналізація для того, щоб захистити ґрунтові води.

4. Основна частина

4.1. Основні характеристики процесу синтезу аміаку

Основні властивості аміаку, фізико-хімічні основи процесу синтезу аміака

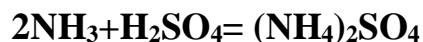
Аміак, (амоніак), NH_3 — це неорганічна сполука, безбарвний газ із різким задушливим запахом, легший за повітря, який добре розчиняється у воді. Аміак одержують при синтезі на каталізаторі з азоту і водню під тиском. Його використовують в різних галузях, в основному для виробництва азотних добрив, також вибухових речовин і нітратної кислоти. [5]

При нормальних умовах густина аміаку в газоподібній формі становить $0,771 \text{ кг/м}^3$. При охолодженні до $-33,4 \text{ }^\circ\text{C}$ (760 мм) аміак зріджується. При $-78 \text{ }^\circ\text{C}$ аміак утворює кристали кубічної форми. Рідкий аміак – це безбарвна рідина з густиною $0,6814 \text{ т/м}^3$ при температурі кипіння $-33,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Критична температура аміаку складає $132,4 \text{ }^\circ\text{C}$, а критичний тиск $111,5 \text{ кг/см}^2$ ($11,1 \text{ МН/м}^2$). Теплоємність аміаку при постійному тиску і 25°C дорівнює $8,523 \text{ ккал/(моль} \cdot ^\circ\text{C)}$, або $35,46 \text{ кДж/(моль} \cdot \text{К)}$; теплота випаровування при $-33,4 \text{ }^\circ\text{C}$ складає $5,581 \text{ ккал/моль}$, або $23,22 \text{ кДж/моль}$.

Аміак вступає в хімічні реакції. З кислотами він утворює солі, наприклад з нітратною кислотою — нітрат амонію.

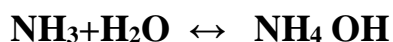


із сірчаною кислотою — сульфат амонію :



Ці і ряд інших солей амонію знаходять широке застосування у промисловості і в сільському господарстві. Рідкий аміак, його водні розчини, а також розчини карбаміду, аміачної селітри та інших солей аміаку, так звані аміакати, використовуються в якості рідких добрив.

Аміак добре розчиняється у воді (біля 700 об'ємів NH_3 в 1 об'ємі води при $20\text{ }^\circ\text{C}$ і $0,1013\text{ МН/м}^2$, або 760 мм). При розчиненні аміаку у воді протікає реакція :



Практично реакція між азотом і воднем протікає тільки на каталізаторах, при їх відсутності швидкість реакції дуже мала. Ступінь перетворення N_2 і H_2 в аміак залежить від умови проведення процесу (температури, тиску, якості каталізатору і конструкції контактного апарату) і зазвичай змінюється в межах 20-30%.

Для збільшення ступеню перетворення азотно-водневої суміші в умовах промислового синтезу аміаку застосовується багаторазова циркуляція газу через каталізатор з проміжним виділенням NH_3 – так званий круговий аміачний цикл.

Реакція синтезу аміаку



оборотна, вона протікає з виділенням тепла і зменшенням об'єма. Тому, згідно з принципом Ле-Шательє, при підвищенні тиску рівновага цієї реакції буде зміщуватись вправо, тобто у бік збільшення вмісту аміаку в газовій суміші. Якщо при 100 кг/см^2 (10 МН/м^2) рівноважний вміст NH_3 у газовій суміші складає — 10%, а при 300 кг/см^2 — 26,0 %, то при 600 кг/см^2 (60 МН/м^2) вже — 42%. Тепловий ефект реакції мало залежить від температури, його значення у робочих межах температури зазвичай приймають рівне 12900 ккал/моль (54050 кДж/моль), або 760 ккал/кг (3184 кДж/кг).

Технологічний процес виробництва аміаку

Технологічний процес виробництва аміаку NH_3 з технологічного газу (який містить чистий водень з 3-5 % домішок та азот з повітря) відбувається в агрегатах синтезу аміаку.

Принципова схема поетапного технологічного процесу виробництва аміаку зображена на (рис.4.).

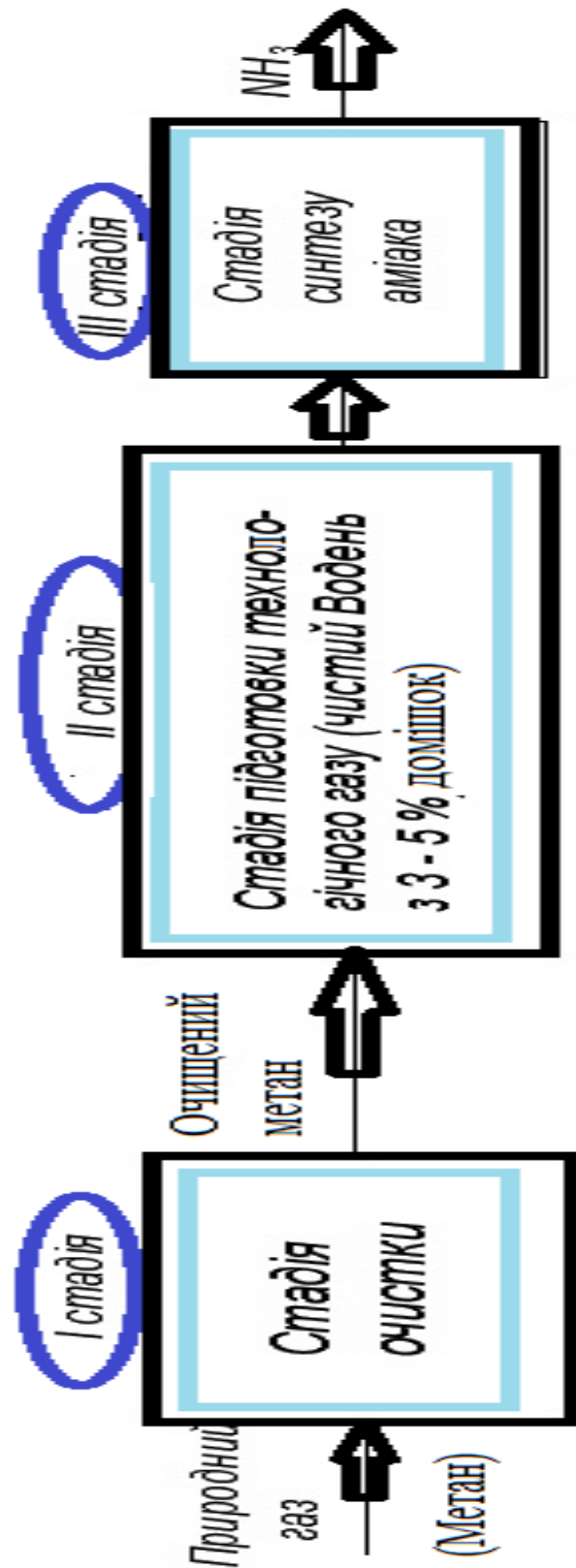


Рис.4. Принципова схема постадійного технологічного процесу виробництва аміаку

Рис.5. Принципова схема постадійного технологічного процесу виробництва аміаку

Реакція синтезу аміаку з чистої азото-водневої суміші здійснюється в реакційних апаратах – колонах синтезу. Через неповне перетворення азота і водня при одному проході через колону застосовують багатократну циркуляцію суміші в агрегаті. Для циркуляції газу в замкненому циклі застосовують циркуляційні компресори. Для виділення з газу утворюваний в колоні аміак охолоджують в конденсаторах і після зрідження направляють в сепаратори і конденсаційні колони. Процес синтезу аміака в цеху 2 ПрАТ «Рівнеазот» здійснюється на агрегаті середнього тиску з двостадійною конденсацією аміаку (перша стадія – водою, 2 стадія – випаровуваним аміаком) (рис.5)

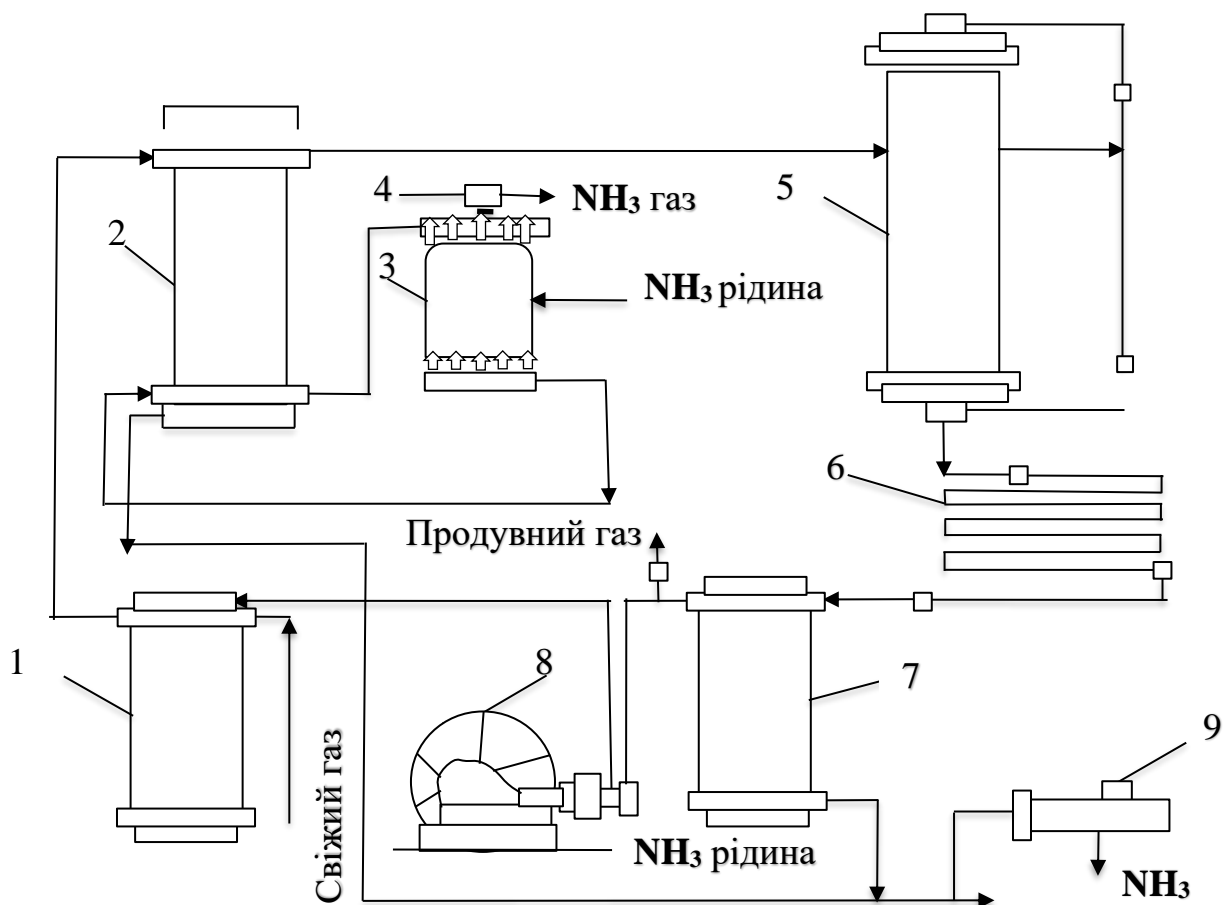


Рис.5. Технологічна схема агрегату синтезу аміаку: рідина

1. Фільтр;
2. Конденсаційна колона;
3. Випарник;

- 4. Бризковідділювач;**
- 5. Колона синтезу;**
- 6. Водяний конденсатор;**
- 7. Сепаратор;**
- 8. Циркуляційний компресор;**
- 9. Відокремлювач рідкого аміаку від газу;**

Азотоводнева суміш з колектора свіжого технологічного газу і циркуляційного газу із поршневого циркуляційного компресора 8 надходять до фільтру 1 (рис.5.)

Свіжий технологічний газ зазвичай містить водяні пари і невелику кількість двоокису вуглецю. Двоокис вуглецю реагує з аміаком, який входить до складу циркуляційного газу, з утворенням вуглекислих солей амонію, частини якого відділяються у фільтрі 1 у виді твердого осаду. Тут із газової суміші виділяються збільшені нею із нагнітальних машин краплі мастильних олив. Кожен агрегат забезпечується двома фільтрами, що дає можливість періодично зупиняти один із них на чистку. Із фільтра 1 циркуляційний газ направляється в міжтрубний простір конденсаційної колони 2 для охолодження газу, який рухається в трубках. З конденсаційної колони 2 газ поступає у випарник 3 для подальшого охолодження і конденсації з нього аміаку. Бризковідділювач 4, призначений для уловлювання крапель рідкого аміаку, внесених газоподібним аміаком із випарника 3, розташований над ним.

Після випарника 3 суміш газу і сконденсованого аміаку переходить в сепаративну частину конденсаційної колони 2, де рідкий аміак відокремлюється, і далі через труби теплообмінника цієї колони рухається в колону синтезу 5.

На трубопроводі перед колоною встановлюються вентиля. Через головний ventиль в колону входить основна кількість газу. Один або декілька байпасних ventилів призначені для регулювання температури у колоні синтезу.

Із колони 5 азотоводнева суміш, яка містить 15-20% аміака NH_3 , спрямовується у водяний конденсатор 6, де відбувається скраплення аміаку.

Для відділення конденсату газ направляють у сепаратор 7.

Рідкий аміак із сепаратора 7 через газовідділювач 9, поступає на склад, а газова суміш через всмоктуючий трубопровід компресора 8, що слугує для створення циркуляції газу в агрегаті, повертається в цикл. На трубопроводі перед циркуляційним компресором встановлений вентиль постійної продувки, призначений для регулювання вмісту інертних домішок в газовій суміші.

Частина газу через вентиль постійної продувки видаляється в атмосферу або направляється на отримання аміачної води і потім утилізується як паливний газ, в печах трубчатої конверсії.

Показники нормального технологічного режиму агрегату синтезу аміака при середньому тиску наведені нижче:

Тиск, кг/см^2 :

- Свіжої азотоводневої суміші – **не вище 310**;
- Рідкого аміака, що відправляється на склад газоподібного аміака у випарній частині конденсату – **1-3 (0,1-0,3)**;

Температура, $^{\circ}\text{C}$: “

- «гарячої точки» в колоні синтезу – **не вище 530**;
- Газу на виході із колони – **не вище 200**;
- Газу на виході із первинного конденсатора – **не вище 45**;
- Газу на виході із аміачного конденсатора – **0-20**;
- Газу на вході в колону – **20-30**;

Вміст, об'ємн. %

- Водню у свіжому газі – **74-76**; в циркулюючому газі – **68-73,5**;

- Метану у свіжому газі – **0,3-0,5**; в циркулюючому газі – **не більше 8**;
- Аргону у свіжому газі – **0,3 - 0,6**;
- Аміаку при вході в колону – **3-5**; при виході – **12-20**.

4.2. Характеристика основних відходів процесу синтезу аміаку (баластні газы)

Утворення і утилізація баластних газів

Баластні газы складаються з танкових та продувних газів.

Через дроселювання рідкого аміаку з високого тиску до тиску $20 \cdot 10^5$ Па відбувається виділення газів – H_2 , N_2 , суміші інертних газів, CH_4 , розчинених у рідкому аміаку. Такі газы називаються танковими газыми. Виділення аміаку з танкових газів проводиться шляхом його конденсації у випарнику на лінії танкових газів.[]

Робота усіх установок з синтезу аміаку базується на циркуляційній схемі технологічного процесу. При цьому частина азото-водневої суміші безперервно перетворюється в колоні синтезу аміаку у аміак, що відходить з установки, а компоненти, які не прореагували, виділяються з реакційної суміші і знову повертаються до реактору. За рахунок багатократного повернення в циркуляційних газы зростає вміст інертних домішок – аргону, гелію, криптону, ксенону, тобто газів, інертних по відношенню до реакції синтезу аміаку. Це знижує швидкість реакції і відповідно техніко-економічні показники. Тому частина циркуляційних газів виводиться із циклу. Ця частина циркуляційних газів називається продувними газыми

Продувні і танкові газы, що створюються на агрегаті синтезу аміаку у баках-розширювачах, резервуарах та охолоджувачах аміаку, носять назву баластних газів.

Основні характеристики продувних і танкових газів наведені в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Характеристика продувних і танкових газів агрегатів синтезу аміаку

Тип газу	Об'ємна витрата, тис. м ³ /год	тиск, МПа	Склад, % об.				
			NH ₃	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar
Продувні	(4...6)/ (7,3...8,4)	(20...24)/ (28...31)	(1,5...7)/ (1,15...2,03)	(58,8...64)/ (60,89...59)	(15...22)/ (19,66...19,85)	(8...13)/ (12,7...14,38)	(4...7,5)/ (5,17...4,93)
Танкові	(1,5...2,2)/ (1,4...2,4)	(1,5...1,8)/ (2,1...7,58)	(8...12)/ (4,54...10,75)	(44,5...48)/ (39,19...46,77)	(14,82...15,2)/ (14,34...19,66)	(26...29)/ (28...31,06)	(5...7,5)/ (4,46...5,1)

Вміст рідких газів в ПГ, % об.: <0,0001 ксенону; <0,001 криптону; <0,4 гелію.

Фізичні властивості основних компонентів продувних і танкових газів (ПГ і ТГ) наведені в табл.4.2

Таблиця 4.2

Деякі фізичні властивості основних компонентів ПГ і ТГ установок синтезу аміаку

Параметр	Гелій, He	Водень, H ₂	Неон, Ne	Азот, N ₂	Аргон, Ar	Метан, CH ₄	Криптон, Kr	Ксенон, Xe	Аміак, NH ₃
Температура кипіння при атмосферному тиску, °К	4,2	20,4	27,1	77,4	87,3	111,7	119,8	165,0	239,7
Критична температура, °К	5,2	33,18	44,4	126,2	150,8	190,7	209,39	289,75	405,6
Критичний тиск, МПа	0,23	1,3	2,65	3,4	4,9	4,63	5,49	5,82	11,3

До теперішнього часу основним методом утилізації баластних газів є спалювання їх у конверторі першого ступеня у суміші з паливним газом.

Недоліки методу спалювання такі [18]:

- Через те, що баластні гази мають низьку калорійність, витрати паливного газу з більш високою калорійністю суттєво впливають на збільшення собівартості аміаку;
- Оксиди азоту, що виникають при спалюванні (при цьому кількість викидів оксидів складає 400 мг/с і вище), призводять до забруднення атмосфери та погіршення екологічного стану як на підприємстві, так і в найближчих населених пунктах;
- Очищення від оксидів азоту здійснюється подачею аміаковміщуючих газів в зону реакції, що призводить до додаткових витрат основного продукту (аміаку) та зниження продуктивності установки.

5.3. Пропозиції з комплексної утилізації баластних газів з одержанням товарного гелію

В наш час існує багато методів утилізації баластних газів. Один з найбільш затребуваних шляхів вдосконалення таких технологій це повне вилучення з баластних газів аміаку як основного продукту. Це надає можливість виключити скиди в каналізацію аміаковміщуючих вод, що знижує витрати на переробку стоків.

Спрощена технологічна схема одержання аміаку з баластних газів представлена на рис. 6.

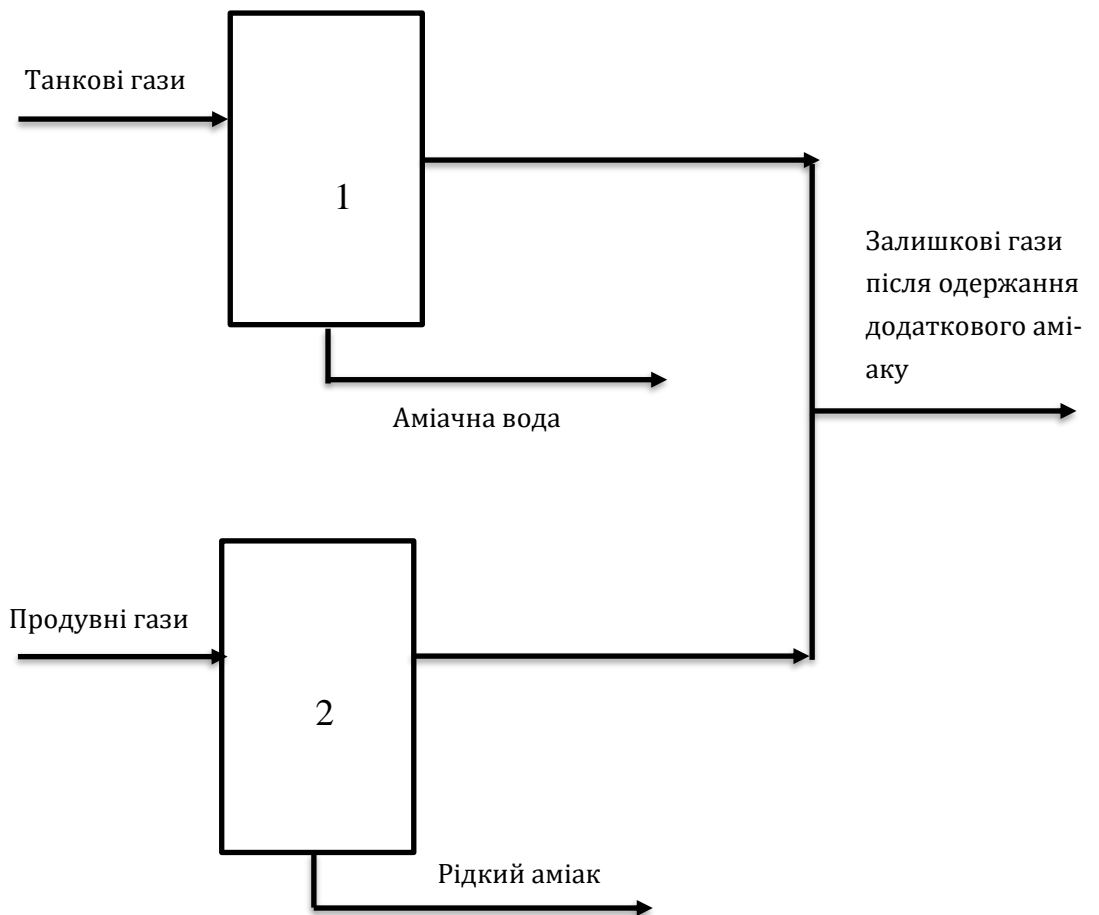


Рис. 6. Технологічна схема одержання аміаку з баластних (танкових і продувних) газів

1,2 - скрубери

В моїй бакалаврській роботі [26] була запропонована технологія одержання товарного водню з баластних газів після вилучення з них аміаку. Аналіз існуючих установок з вилучення водню показав, що найекономічнішою в наш час є установка фірми Монсанта (застосовуються мембранні системи розділення газів).

Принцип роботи мембранних систем базується на різній швидкості проникнення компонентів газу крізь речовину мембрани. Рушійною силою процесу розділення газів є різниця парціальних тисків по різні сторони мембрани. Важливу роль тут відіграє і той факт, що гази, які розділяються по швидкості проникнення крізь газороздільний шар мембрани умовно на “швидкі” і “повільні” [15-16].

На установці виділення водню продувний газ проходить крізь коалесцентний фільтр (1), теплообмінник (2) і з температурою $t = 80^{\circ} \text{C}$ та тиском

$p=11$ МПа надходить на мембранні модулі (3,4). В результаті проходження газу крізь мембрани створюється пермеат в кількості $5700-5800\text{ м}^3/\text{год.}$, який вміщує 91% об'єму водню.

Оскільки газ, що залишається (ретант) у кількості $5300-5400\text{ м}^3/\text{год.}$ має у своєму складі аміак, то пропонується направити цей потік газу на змішування з потоком танкових газів з наступною відмивкою від аміаку та розгонної аміачної води з обох потоків газу .

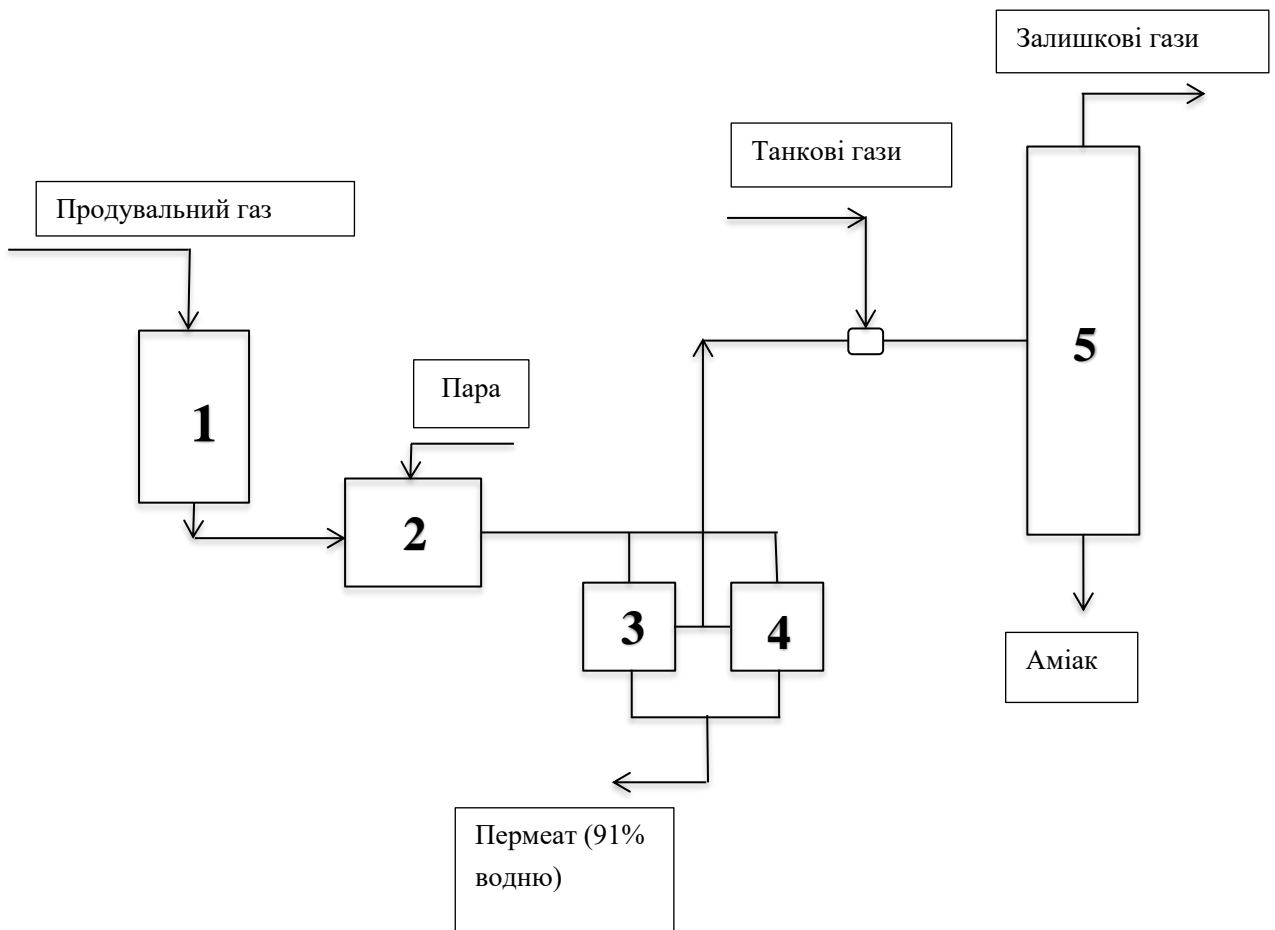


Рис. 4.1. Пропонована узагальнена схема утилізації баластних газів

Баластні газы у кількості $3800\div 3900\text{ м}^3/\text{год}$ з тиском $p=1,5$ МПа і температурою $t=27,5\text{ }^\circ\text{C}$ змішуються із залишковим газом у кількості $5300\div 5400\text{ м}^3/\text{год}$ з тиском $p=1,2\div 1,5$ МПа і температурою $t=82\div 83\text{ }^\circ\text{C}$ (після вузла редукування), після чого надходять в промивний скруббер (5), де поглинаються живильною водою з відділення конверсії (відділення підготовки технологічного газу) агрегата синтезу аміака.

Промивка відбувається у багатоступеневому скрубєрі (5) з охолодженням (7, 8) аміачного розчину між ступенями абсорбції, а виділення аміаку після першої ступені скрубєра здійснюється шляхом випаровування аміачного розчину, що подається у випарник (9).

Газоподібний аміак, що при цьому створюється (з тиском $p=0,4\div 0,5$ МПа), подається у мережу заводу чи на всас аміачного компресора. Неабсорбовані залишкові гази, які виходять із верхньої частини скрубєра, подаються на спалювання в конвертор.

Після проведеної утилізації баластних газів з одержанням товарного водню і додаткового аміаку, залишковий газ буде містити метан та інертні гази – гелій, аргон, ксенон, криптон, які є цінним продуктом. Основним промисловим методом видобутку гелію на сьогодні є фракційна конденсація його з гелійвміщуючих природних газів. Видобування сировини відбувається вже при вмісті гелію 0,1-0,5%. В той же час в баластних газах міститься більше 0,5% гелію

Гелій – інертний газ, який має найширше застосування в багатьох галузях промисловості, медицини, при наукових дослідженнях. Гелій застосовується у авіації, ракетобудуванні, електронній промисловості, для виробництва напівпровідників та оптоволокна, тощо. Останнім часом його почали використовувати в атомній промисловості. Він набув широкого використання у медицині -наприклад в апаратах МРТ, для створення дихальних сумішей . Він необхідний при кесонних роботах та роботах по зварюванню металів для створення захисного середовища, тощо. Навіть у Великому адронному колайдері він застосовується як охолоджувач. В той же час гелій є невідновлюваним сировинним ресурсом. У комерційних об'ємах він міститься тільки у складі деяких покладів природного газу. Для видобутку гелію використовуються поклади з вмістом гелію від 0,1% до 0,5% від загального об'єму.

Одержання гелію з природних газів, що містять гелій, проводиться за допомогою низькотемпературної конденсації. Завдяки їй одержують низькотемпературний конденсат (містить до 85% гелію). Але при цьому застосовується складне обладнання, яке, відповідно, вимагає складного обслуговування технологічних установок, а також великих інвестицій. Окрім того, необхідність використання енергетичних холодильних циклів вимагає високих енергетичних витрат.

Тому для одержання гелію при утилізації баластних газів пропонується застосовувати мембранні технології розділення газових сумішей, які в наш час починають поширюватись. Основою до використання газорозділення для виділення гелію є його висока проникність і селективність для багатьох матеріалів. Такі технології починають використовувати для промислового видобування гелію з природних газів, що містять гелій [15,16]. Принцип роботи мембранних газорозділюючих систем базується на різниці в швидкості проникнення компонентів газової суміші крізь визначену речовину, з якої складається мембрана. Рушійною силою процесу є різниця парціальних тисків з різних боків мембрани. Матеріал мембран – сучасне пористе полімерне волокно із складною асиметричною структурою. Товщина волокон мембрани менше ніж 0,1 мкм. Принцип роботи мембрани: за рахунок різниці парціальних тисків на різних сторонах мембрани компоненти газу з різною швидкістю проникають крізь мембрану.

Мембранний метод одержання гелію з залишкових газів заснований на різниці у швидкості проникнення молекул розділюваних продуктів крізь фільтр-мембрану. Можливість результативного використання для цілей одержання гелію пов'язана з ступенем проникності компонентів крізь певний матеріал мембрани в якості мембранних елементів використовується ацетат целюлоза (штучні полімерні волокна які одержують з триацетат целюлози) чи кварцеве скло яке має відмінні якості, такі як хімічна стійкість у тому числі до кислих газів, а також високу стійкість стосовно температурних амплітуд (рис.7).

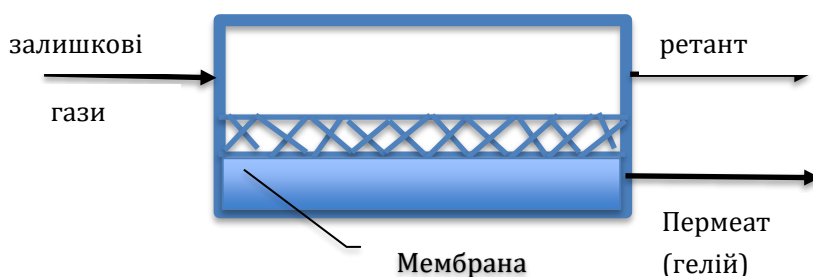


Рис. 7.

Залишковий газ під тиском поступає у модуль мембранного елемента де розділяється на два потоки: ретант і пермеат. В результаті пермеатом буде відфільтрований гелій, а ретант – це газ, що не пройшов крізь мембранний зашлон.

Мембранна технологія вилучення гелію дозволяє одержати цінніший газ для інноваційних галузей промисловості безпосередньо з залишкових газів при комплексній утилізації баластних газів.

Рекомендується установка декількох розподільних мембранних модулів [5,6]. За організацією потоків та процесу газорозділення в мембранних модулях, як показують дослідження, найкращими в наш час є технології з внутрішньою подачею суміші, яка розділяється, (у внутрішню частину волокон) та з подаванням суміші, що розділяється, у міжволоконний простір.

Перспективи застосування мембранного розділення газів при вилученні гелію при утилізації баластних газів визначаються, перш за все, простотою апаратурного оформлення процесу, безреагентністю, довготривалістю роботи мембран, які призначені для газорозділення при незмінності їх характеристик та можливості повної автоматизації установок (в середньому, за прогнозом фахівців, термін роботи складає 5-10 років). Як показав досвід застосування мембранних технологій, газорозділення дозволяє знизити витрати енергії, а також зменшити кількість технічного персоналу, необхідного для обслуговування устаткування в порівнянні з традиційним криогенним методом.

Пропонований метод комплексної утилізації надає можливість:

- Метод комплексної утилізації надає можливість застосовуючи баластні гази як вторинний матеріальний ресурс одержати три цінні речовини – аміак, водень та гелій.
- провести одночасно відмивку від аміака як танкового, так і продувного (залишкового) газів;
- виключити створення оксидів азоту в конверторі і, відповідно, гомогенну очистку проводити не потрібно;
- знизити собівартість готової продукції;
- підвищити продуктивність агрегату за рахунок отримання додаткової кількості аміака (до 3800 т/рік чи 10,5 т/доб.) в результаті розгонки аміачної води;
- підвищити продуктивність агрегату за рахунок економії газоподібного аміаку у якості газу-відновлювача (до 6600 т/рік чи 18,1 т/доб.) в результаті відмови від проведення гомогенної очистки.

- За рахунок використання мембранних технологій одержати товарний водень (майже 5278м³/год.), що може бути самостійним енергетичним продуктом.
- За рахунок застосування додаткового обладнання із спеціальними мембранами виділити гелій – цінніший газ для інноваційних галузей промисловості.

5. Охорона праці

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори наведені в табл.5.1.

Таблиця 5.1

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
Розташування робочого місця на висоті 1,3 м і більше щодо землі	Монтажні роботи	H-2, м	ДБН А.3.2-2-2009(р.19) ДБН В.2.2-41:2019
Підвищена температура гідроізоляційного, теплоізоляційного матеріалу	Ізоляційні	$t \leq 180^{\circ}\text{C}$	ДБН А.3.2-2-2009(р.16)
Електричний струм	Електрозварювальні, електромонтажні, випробувальні, експлуатаційні	U=80В, U=380В	ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 ПУЕ -2017 НПАОП 40.1-1.21-98

			ДБН А.3.2-2-2009 ДСТУ БА 3.2-15:2011 ДБН В 2.5-28-2018
Підвищений рівень шуму та вібрації	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції	L 80, дБа	ДСН 3.3.6. 037-99, ДСН 3.3.6. 039-99
Підвищена запиленість та загазованість робочої зони	Зварювальні, монтажні, експлуатація і ремонт мереж водопостачання і каналізації, хлорування	ГДК 1,0 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-88 НПАОП 40.2 - 7.01-97 НПАОП 41.0-1.01-79 ДСТУ БА 3.2-14:2011
1	2	3	4
Недостатнє освітлення робочої зони	Виконання робіт по монтажу, експлуатації, ремонту інженерних систем	30 лк	ДБН В.2.5-28-2018 ДСТУ Б.А. 3.2.-15:2011
Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	21-23, t°С, 60-40, f %, 0,3, v м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
Пожежна безпека	Монтаж, випробування, експлуатація і ремонт інженерних систем	Б вибухопожежо-небезпечна	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

Розташування робочого місця на висоті 1,3 м і більше щодо землі.

При наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам цих Норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації, (ПОБ, ПВР тощо) і зокрема:

- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння;
- додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях;
- додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

Підвищена температура гідроізоляційного, теплоізоляційного матеріалу

У проектно-технологічній документації повинно бути передбачено:

- використання колективних і індивідуальних засобів захисту працівників під час приготування і транспортування гарячих мастких матеріалів;
- заборона виконання будівельно-монтажних робіт, підймання і перенесення вантажів кранами над дільницями, де виконуються гідроізоляційні роботи;
- запобігання прориванню на технологічній дільниці ґрунтових, зливових або технологічних вод;
- збирання та тимчасове зберігання відходів виробництва.

Електричний струм

Особи, які обслуговують електроустановки, мусять користуватися засобами індивідуального захисту, що передбачені типовими галузевими нормами безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття й запобіжних пристосувань. Засоби захисту, які застосовуються в електроустановках, необхідно періодично піддавати випробуванням. Періодичність проведення випробувань і умови утримання захисних засобів мусять відповідати вимогам правил, затверджених органами державного нагляду. Захисні засоби слід захищати від зволоження,

забруднення, механічних ушкоджень, впливу факторів і речовин, що погіршують їх діелектричні властивості.

Підвищений рівень шуму та вібрації

З метою відвернення, зниження і досягнення безпечних рівнів виробничих та інших шумів повинні забезпечуватися певні заходи:

- внутрішнього використання
- втулки, вкладки, тампони;
- зовнішнього використання – навушники, шоломи, костюми;
- змішані, які вставляються в слуховий прохід;

Недостатнє освітлення робочої зони

Для загального штучного освітлення робочих приміщень слід використовувати найбільш енергоекономічні джерела світла, віддаючи перевагу при рівній потужності джерелам світла з більшою світловіддачею та строком служби з виконанням вимоги не знижувати якість освітлювального устаткування для зниження енерговитрат.

На безпеку життєдіяльності людини впливають умови освітлення. Виходячи з усього зазначеного, гігієнічне раціональне освітлення як на виробництві, так і в побуті має величезне позитивне значення. Оптимальні світлові умови впливають на активність людини та її працездатність [54].

Контроль освітлення виробничих приміщень

Люмінесцентні лампи створюють у виробничих приміщеннях штучне світло, що наближається до природного, більше економічні в порівнянні з іншими лампами й створюють освітлення більш сприятливе з гігієнічної точки зору.

Газорозрядні лампи випромінюють світло в результаті електричних розрядів у парах газу. На внутрішню поверхню колби нанесений шар речовини, що світиться – люмінофора, що трансформує електричні розряди у видиме світло.

Низька температура поверхні колби робить лампу відносно пожежонебезпечною. Недоліки : пульсація світлового потоку; дорога і відносно складна схема включення; значна відбита блискість; чутливість до коливань температури навколишнього середовища; зниження і підвищення температури викликає зменшення світлового потоку.

Робоче освітлення обов'язково у всіх приміщеннях і на територіях, що освічуються, для забезпечення нормальної роботи людей. Чергове освітлення включається в поза робочий час. Аварійне освітлення призначене для освітлення виробничих приміщень при відключенні робочого освітлення.

Найменша освітленість робочих поверхонь при аварійному режимі повинна становити не менше 2 лк усередині будинків і не менше 1 лк на відкритих площадках. Охоронне освітлення передбачають вздовж території в нічний час, або чергове в приміщенні.

Розрахунок кількості світильників у приміщенні

Проводиться за методом визначення загального світлового потоку необхідного для освітлення певної площі поверхні приміщення: [27]

$$F_{\text{номп}} = \frac{E_N S K_{\text{зан}}}{\eta}$$

де E_N – нормативне значення штучної освітленості, лк, (приймається з даних табл.1,2 [35] залежно від характеру виконуваної роботи);

S – площа приміщення, m^2 ;

$K_{\text{зан}}$ – коефіцієнт запасу (приймається з даних табл.5.9 [36]

від: (1,3 - 1,7) – для ламп розжарювання або (1,5 - 2,0) – для газорозрядних ламп);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлювання (приймається 1,1 - для газорозрядних ламп або 1,15 - для ламп розжарювання);

η – коефіцієнт використання світлового потоку (приймається залежно від коефіцієнту відбиття освітлюваних поверхонь стін та стелі приміщення (табл. 5.10 [36] та його індексу – i).

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = \frac{S}{h_{\text{підв}}(A+B)}$$

де $h_{\text{підв}} = H - h_c - h_{\text{р.п.}}$ - висота підвісу світильника по відношенню до освітлюваної робочої поверхні, яка визначається висотою приміщення – S , відстанню підвісу світильника по відношенню до стелі - h_c та відстанню від підлоги до розрахункової поверхні - $h_{\text{р.п.}}$.

Необхідна кількість світильників розраховується за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{нотр}}}{F_1},$$

де $F_{\text{нотр}}$ – необхідний (розрахований) загальний світловий потік, лм;

F_1 – світловий потік, створюваний одним світильником, лм (приймається з табл. 5.5 - для ламп розжарювання та з табл. 5.6; 5,7; 5;8 - для газорозрядних ламп [36]).

Приміщення з розмірами $A=36$ м, $B=12$ м освітлюється світильниками типу ППД-200. Коефіцієнт запасу $k=1,5$, коефіцієнт $Z=1,2$; коефіцієнт відображення стелі, стін і розрахункової поверхні відповідно дорівнюють $p_n=50\%$; $p_c=30\%$; $p_p=10\%$. Висота підвісу світильників над робочою поверхнею $h_p=2,1$ м. нормативна освітленість $E_n=100$ лк.

Рішення:

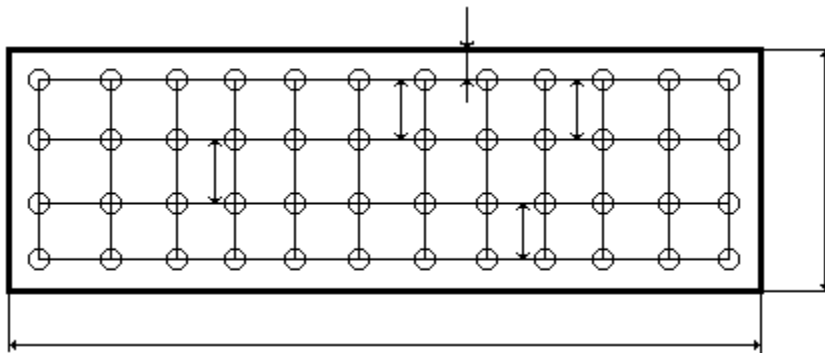
Визначимо індекс приміщення:

$$I = 36 * 12 / 2,1 * (36 + 12) = 4,3$$

За таблицею визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку $\rho=51\%$. Враховуючи, що світловий потік люмінесцентної лампи типу ЛБ-80 дорівнює 1725 лк, визначаємо необхідну кількість світильників:

$$n_c = E_n * k * S * z / \Phi * n_d * n = 100 * 1,5 * 576 * 1,15 / 1725 * 2 * 0,51 = 48 \text{ шт.}$$

Отже потрібно 48 ламп.



Незадовільні параметри мікроклімату

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, обладнання, вентиляції, для контролю якості виробничого середовища та профілактики несприятливого впливу на здоров'я працюючих. Вміст шкідливих викидів у

повітрі робочої зони підлягає систематичному контролю крім винятків гранично допустимих концентрацій - максимально разових робочих зон.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць:

- Показники температури повітря в робочій зоні по висоті та по горизонталі, а також протягом робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт;
- Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання (екрани і т. ін.), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожувальних конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт;
- При виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням в кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами, в залах обчислювальної техніки та інших приміщеннях повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22-24 град.С, відносна вологість 60-40%, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/сек.);

Пожежна безпека

На кожному об'єкті відповідним документом (наказом, інструкцією тощо) повинен бути встановлений протипожежний режим, який включає:

- порядок утримання шляхів евакуації;
- визначення спеціальних місць для куріння;
- порядок застосування відкритого вогню;
- порядок використання побутових нагрівальних приладів;
- порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт.

Висновки

В магістерській роботі розглянуті питання комплексної утилізації баластних газів, що утворюються при виробництві аміаку синтетичного, на прикладі агрегату синтеза аміака цеху №2, розташованого на ПрАТ «Рівнеазот» OST-СНЕМ. Були розглянуті такі питання:

1. Проведений аналіз літературних джерел, присвячених питанням комплексної утилізації баластних газів
2. Характеристика місця розташування об'єкта та технологічного процесу з матеріальними потоками «сировина-продукція-відходи»
3. Кліматичні та геологічні особливості регіону досліджень
4. Досліджено проблему виникнення баластних (газів при виробництві аміака.
5. Проаналізовано можливі шляхи утилізації баластних газів.
6. Запропоновано метод утилізації продувальних та танкових газів з одержанням додаткової кількості товарного аміаку, а також водню з подальшим застосуванням його як дешевого енергетичного ресурсу
7. Запропоновано розширення комплексної утилізації баластних газів з одержанням товарного гелію

В розділі «Охорона праці» було проведено розрахунок освітленості виробничого приміщення.

Робота апробована на Міжнародних науково-практичній конференції «Екологія. Ресурси. Енергія» ЕРЕ-2021, ЕРЕ-2023[23,24] та на міжнародній конференції «Society and Science: Interconnection» Porto, Portugal 22.11.2022

Список використаної літератури

1. Теорія процесів виробництва неорганічних речовин / За ред. проф. А.К. Запольського – Київ: Вища школа, 1992. – 399 с.
2. Химико – технические системы; Синтез, оптимизации и управления/ Под ред. Проф. И. П. Мухинова – Л.: Химия, 1986. – 423 с.
3. Технология связанного азота: уч.пособие /Ф.А. Андреев и др. Изд. 2–е доп. Москва: Химия. 1974. 464 с.
4. Кузнецов А.Д. Синтез аміаку. М. Хімія, 1982, - 296 с.
5. Воробьев Н.И. Технология связанного азота и азотных удобрений, Минск 2011, 216 с.
6. Демиденко И.М., Янковский Н.А., Степанов В.А. и др. Аммиак. Вопросы технологии / Под общ. ред. Н.А. Янковского. – Донецк: ГИК «Новая печать», ООО «Лебедь», 2001. – 497 с.
7. Кубатко О.В. Еколого-економічна конвергенція регіонів як напрям забезпечення сталого розвитку / О.В. Кубатко// Економіка та держава. – 2009.- №9. – С. 45-48
8. Пашков А.П. Еколого-економічні проблеми довкілля Північно-Західної України та шляхи їх розв'язання із утилізацією і захороненням твердих промислових відходів/ А.П.Пашков, Л.А.Нападовська// Безпека життєдіяльності. – 2009. - №9. – С. 18-22.
9. Жук Павло «Сучасний стан природних складових довкілля Рівненської області.» // Вісті Рівненщини// №53(1899) від 17.07.2009
- 10.Суберляк, О.В. Технология переробки полімерних та композиційних матеріалів / О.В. Суберляк, П.І. Баштанник. – Львів: «Растр-7», 2007. – 376 с.
- 11.Сурманов И.В., Попов И.О., Алехина М.Б. Нефедова Н.В. Утилизация танковых и продувочных газов с получением аммиака и водорода. – Успехи в химии и химической технологии том XXXV 2021, №6
- 12.Виноградов Н.Е. Мембранное выделение водорода из выбросных газов /Н.Е. Виноградов, О.Г. Галкина, Г.Г. Каграманов ,, Химическая промышленность сегодня, 2013, №5. – с.2-3
- 13.Тройников А.Д. Сравнительный анализ методов выделения гелия из природного газа и областей их эффективного применения /А.Д.

- Тройников, Г.Г. Каграманов, Н.Н. Кисленко// «Химическая промышленность сегодня», 2016, №7
- 14.Афанасьев С.В., Об эффективности мембранной технологии извлечения водорода из продувочных и танковых газов синтеза аммиака / С.В. Афанасьев, Ю.Н. Шевченко, Е.А. Белова ,С.П. Сергеев , Г.К. Лавренченко // «Химическая техника» №5, 2017
- 15.Мкртычян Я. С., Люгай Д.В., Рубан Г.Н. и др. Гелий и его роль в решении ключевых проблем научно-технического прогресса. Книга 1. // М.: Нефтегаз, 2012. С. 125.
- 16.Якуцени В.П. Сырьевая база гелия в мире и перспективы развития гелиевой промышленности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009, Т.4. Электронный ресурс URL: http://www.ngtp.com/rub/3/15_2009.pdf
- 17.Saeid Mokhatab, William A. Poe, John Y. Mak. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing, 3rd Edition Principles and Practices // Amsterdam, Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2015. p. 628
- 18.Пронин К.С. Проблема утилизации танковых и продувочных газов отделения синтеза производства аммиака // Научный аспект № 3-2012 – Самара: Изд-во ООО «Аспект», 2012. – 160 с., С. 123-128.
- 19.Интенсификация действующего производства аммиака комплектной импортной поставки с увеличением мощности на 25 тыс. т/год (с 450 до 475 тыс. т/год). Пояснительная записка 438606-ТХ-І. – Днепродзержинск: Предприятие п/я А-7531, 1986. – 76 с.
20. Пат. 2372567 Российская Федерация, МПК F25J 3/06. Способ извлечения аммиака из продувочных и танковых газов. Заявитель и патентообладатель ОАО «Тольяттиазот» – № 2008111663/06; заявл. 26.03.2008; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 31. – 6 с.
- 21.Дытнерский Ю. И., Брыков В. П., Каграманов Г. Г. Мембранное разделение газов. Москва, 1991;
- 22.Брик М. Енциклопедія мембран: У 2 т. К., 2005–06.
- 23.Олена Котовенко, Олена Мірошниченко, Денис Приймак Один з підходів до утилізації танкових та продувочних газів агрегату синтезу аміака. II Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Ресурси. Енергія» ЕРЕ-2021. С.60-61.

24. О. Котовенко, О. Мірошніченко, Д. Приймак Гелій як продукт утилізації баластних газів агрегату синтезу аміаку / Scientific Collection «InterConf» Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Society and Science: Interconnection» Porto, Portugal 22.11.2022, p 339-343
25. Олена Котовенко, Олена Мірошніченко, Денис Приймак Комплексна утилізація баластних газів агрегату синтезу аміаку. III Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Ресурси. Енергія» ЕРЕ-2023. С.14-15.
26. Приймак Д.О. Технологія зниження впливу продувальних та танкових газів виробництва аміаку на навколишнє середовище: атестаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра. КНУБА, 2022, - 60 с.
27. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання до виконання самостійних робіт з дисципліни „ Основи охорони праці ” для студентів усіх спеціальностей і форм навчання /Укладачі: І.В. Клімова, В.Т. Кравчук, С.В. Федоренко, Ю.В. Човнюк, В.І. Ярас Київ: КНУБА , 2021. – 30 с.

Посилання на закони, стандарти і норми України

28. Стаття 114 «Земельного Кодексу України»
29. ДСТУ «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» 19.06.1996, №173
30. ДСТУ ISO 14004-97. Системи управління навколишнім середовищем. Загальні настанови щодо принципів управління, системи та засобів забезпечення. - К.: Держстандарт України, 1997. – 64 с.
31. ДСП-201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами).
32. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів.
33. Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища”.
34. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про охорону

навколишнього природного середовища», введений в дію постановою Верховної Ради України від 05.03.98 р. №186/98. - ВР”.

35.Правила улаштування електроустановок - (наказ Міненерговугілля України № 476 від 21.07.2017 р.)

Додаткова література

36.Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей. За редакцією В.В. Сафонова. К.: Основа. – 2011. – 480 с.

37.Бондарчук В.Г. Геологія України. Інститут геол..наук. Академія наук УРСР, Київ 1959

38.Інженерна геологія ССРСР. Том 1. Інженерна геологія України. 1981 р.

39.Маринич М.С. Природні умови України. 1961 р.

40.Географическая энциклопедия Украины, том 2, 438с.