

## Зміст

### ВСТУП

1.	Аналіз технічного стану виробництва.....	9
1.1.	Аналіз фізико-хімічних основ процесу з точки зору автоматизації виробництва .....	9
1.2.	Призначення схем автоматизації та загальні принципи їх виконання .....	12
2.	Проектування системи керування .....	14
2.1.	Опис схеми автоматизації .....	14
2.2.	Розрахунок та вибір щілинного витратоміра .....	19
2.2.1.	Принцип дії та будова.....	19
2.2.2.	Завдання на розрахунок щілинного витратоміра.....	21
2.2.3.	Розрахунок щілинного витратоміра.....	22
2.3.	Дистанційне керування і аварійний захист електромоторів .....	26
2.3.1.	Постановка задачі по керування і захисту електромоторів в схемі технологічного процесу виробництва неконцентрованої азотної кислоти.....	26
2.3.2.	Принципальна електрична схема керування і аварійного захисту електромоторів.....	26
2.3.3.	Монтажно-комутаційні з'єднання пристроїв для схеми керування та аварійного захисту електромоторів.....	28
3.	Моделювання динаміки об'єкта та синтез системи керування.....	31
3.1.	Постановка задачі з моделювання динаміки об'єкта та синтезу системи керування .....	31
3.2.	Опис об'єкта моделювання.....	31
3.3.	Моделювання динаміки об'єкта .....	35
3.4.	Синтез системи керування.....	40

					<b>ЗЛА11.07.ДП.00.001.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Автоматизація технологічного процесу виробництва азотної кислоти Пояснювальна записка	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Розроб.		Змін Д.С.					1	71
Перевірив		Колпаков В.В.						
Н. Контр.								
Затвердив		Жученко А.І.						
						<b>НТУУ «КПІ»</b>		

4. Охорона праці .....	45
4.1. Характеристика виробництва .....	45
4.2. Виявлення шкідливих і небезпечних факторів .....	45
4.3. Промислове освітлення .....	46
4.4. Шум.....	46
4.5. Повітря робочої зони.....	47
4.6. Електронебезпека.....	48
4.7. Пожежна безпека.....	50
Висновок.....	53
Використана література.....	54
ДОДАТКИ.....	55
Додаток 1. Специфікація приладів та пристроїв схеми автоматизації технологічного процесу.....	56

## Перелік скорочень, умовних позначень

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом

САК – система автоматичного керування

ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор

ПІ – пропорційно-інтегральний регулятор

ТП – технологічний процес

ТОК – технологічний об'єкт керування

ММ – математична модель

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

За об'ємами виробництва мінеральних кислот азотна кислота займає друге місце. Всезростаючі обсяги її виробництва пояснюються зростаючим попитом на неї, як на один з початкових недорогих продуктів для отримання азотовмісних речовин.

Аналізуючи чисельні літературні джерела про хімічні сполуки азоту, з'ясовано, що вони тісно пов'язані з технологією неорганічних речовин, каталізом. Методологічний підхід про закономірності розвитку азотної галузі від давніх часів до сьогодення дозволив отримати широкі знання щодо історичного розвитку науки про азотні сполуки. Високі досягнення в технології зв'язаного азоту, що висвітлені в науково обґрунтованих працях відомих фахівців, дають можливість розкрити історичну сутність розвитку виробництва нітратної кислоти.

Сучасна азотна промисловість є важливим виробництвом галузі хімічного виробництва. Вона розвивається на базі новітніх досягнень науки і техніки. Для розділення газів використовуються низькі температури, для забезпечення великих швидкостей реакцій – складні каталізатори, високі температури, високий тиск. Без активних каталізаторів практично неможливий синтез та окиснення аміаку. Без процесів під тиском було б неможливим одержання ряду азотних сполук.

Азотна промисловість використовує потужні та досконалі контактні та холодильні апарати, компресори, ректифікаційні колони, високотемпературні печі. Для їх виготовлення необхідні жаростійкі матеріали, кольорові метали, нові конструктивні рішення. Тому розвиток азотної промисловості неможливий без розвитку нових наукових досягнень в області зв'язаного азоту, сучасних методів одержання азотних сполук, розвитку технологій виробництва нітратної кислоти.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Аналіз технічного стану виробництва

## 1.1. Аналіз фізико-хімічних основ процесу з точки зору автоматизації виробництва

Процес одержання азотної кислоти – досить складний комплекс хімічних перетворень, які відбуваються у різних фазах і за наявності каталізаторів. Початковою сировиною є рідкий або газоподібний аміак, що подається в газоподібному вигляді з об'ємною часткою до 10,5 % на окиснення за наявності каталізатора. Як каталізатор найчастіше використовують платину та її сплави. Проводячи цей процес, потрібно враховувати вплив тиску, температури і характеристик каталізатора на ступінь перетворення (конверсії) – показник, що є найважливішою технологічною характеристикою. Залежно від умов проведення процесу його значення може становити 92-97 %.

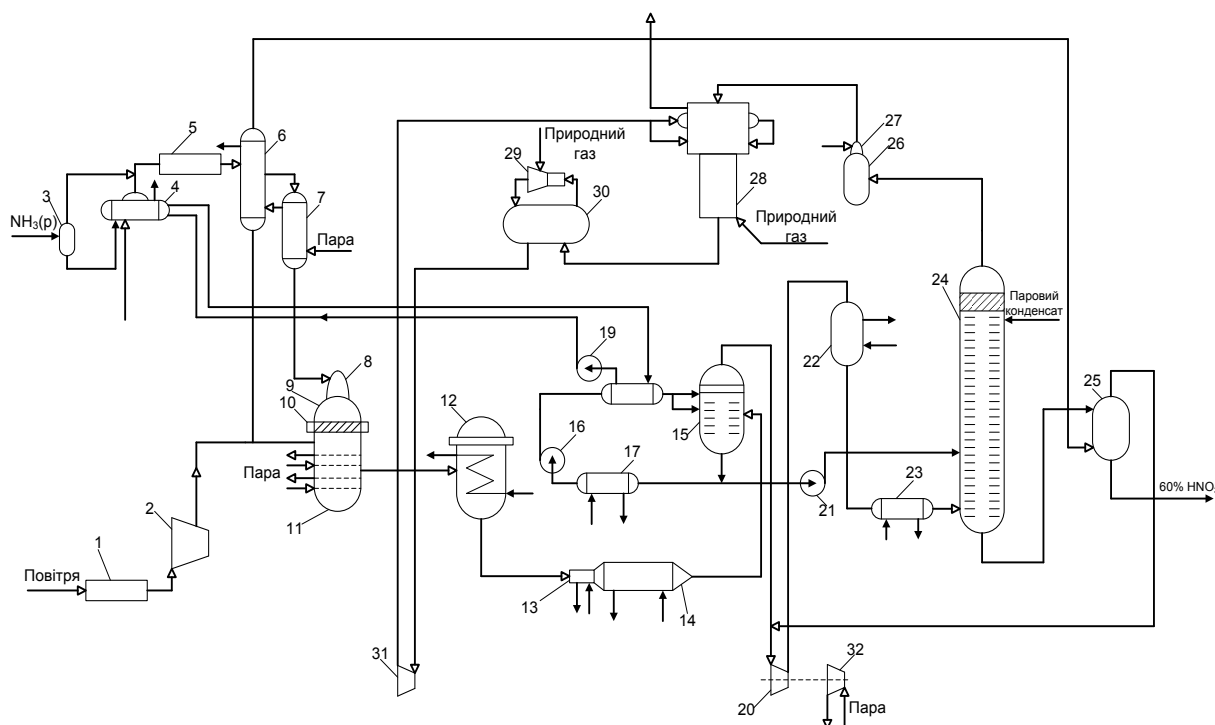


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва неконцентрованої азотної кислота.  
1 – фільтр повітря; 2 – повітряний компресор; 3 – ресивер рідкого аміаку; 4 – випарник аміаку; 5 – фільтр газоподібного аміаку; 6, 7, 13, 22, 27, 28 – підігрівник; 8, 29 – змішувачі; 9 – фільтр аміачно-повітряної суміші; 10 – контактний апарат; 11 – котел-утилізатор; 12 – економайзер; 14, 23 – холодильники-конденсатори; 15 – газовий промивач; 16, 19, 21-насоси; 17, 18- теплообмінники; 20 – нітрозний нагнітач; 24 – абсорбційна колона; 25 – продувальна колона; 26 – уловлювач; 30 – реактор; 31 – газова турбіна; 32 – парова турбіна.

У виробництві азотної кислоти застарілі схеми дедалі частіше замінюють більш продуктивними агрегатами, що забезпечують збільшення ступеня використання початкової сировини та енергії.

На основі останніх розроблень науки створюються нові схеми виробництва. Проте останнім часом у промисловості найширше експлуатують такі дві схеми: 1) агрегати типу УКЛ з одиничною потужністю 120 тис. т/рік, які працюють під тиском 0,716 МПа; 2) агрегати типу АК-72 потужністю 360 тис. т/рік, які працюють за комбінованої енерго-технологічною схемою з тиском на стадіях конверсії та абсорбції відповідно 0,392 та 1,079 МПа.

Кожна із зазначених схем має свої переваги та недоліки, однак в агрепті АК-72 втілено останні досягнення вітчизняної технологічної думки. Тому особливості виробництва  $\text{HNO}_3$  будемо розглядати саме на прикладі АК-72. Виробництво азотної кислоти за цією схемою можна поділити на такі стадії.

- 1) підготовка повітря та аміаку – очищення повітря від пилу, стиснення до 0,41 МПа, випаровування аміаку та його фільтрація, змішування газоподібного аміаку з повітрям, фільтрація аміачно-повітряної суміші;
- 2) одержання нітрозних газів та підготовка їх до абсорбції – окиснення (конверсія) аміаку киснем повітря, охолодження нітрозних газів і промивання їх від нітросполук амонію з одержанням 45 %  $\text{HNO}_3$ , стиснення нітрозного газу до 1,1 МПа та охолодження нітрозного газу;
- 3) абсорбція оксидів азоту — очищення викидних газів і використання енергії стисненого газу – абсорбція оксидів азоту з утворенням 60 %  $\text{HNO}_3$ , підігрівання викидних газів до 500 °С, каталітичне очищення газів, розширення газів у турбіні до 0,1 МПа та охолодження в підігрівнику.

Технологічну схему агрегату зображено на рис. 1.1. Повітря з атмосфери пройшовши крізь фільтр грубого та тонкого очищення 1, подається в основний нагнітач 2, а далі розподіляється на два потоки.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Один з них – головний – прямує в окиснювач аміаку 10, а другий через підігрівник газоподібного аміаку 6, продувальну колону 25 змішується з нітрозними газами на лінії всмоктування нітрозного нагнітача 20.

Аміак (рідкий) надходить у ресивер 3, а далі – у випарник 4, в якому випаровується за температури 280 °С за рахунок зовнішнього тепла Після очищення газоподібного аміаку у фільтрі 5 та підігрівання в підігрівниках 6 стисненим повітрям аміачний потік змішується з повітрям у змішувачі 8 і проходить через фільтр тонкого очищення 9, який розміщено у верхній частині контактного апарата 10. У цьому ж контактному апараті 10 аміак окиснюється киснем повітря на каталізаторних сітках. Утворені нітрозні газу охолоджуються у котлі-утилізаторі 11, економайзері 12, підігрівнику хімічно очищеної води 13, холодильнику-конденсаторі 14. Далі у промивачі 15 вони промиваються від аміаку азотною кислотою за допомогою циркуляційного насоса 16 через холодильники 17 і 18, які охолоджуються водою, захопленою до температури 5°С.

Утворена у промиванні 15 45 %-ва азотна кислота насосом 21 спрямовується в абсорбційну колону 24.

Нітрозний газ після охолодження надходить у нагнітач 20, у якому стискається до 1,079 МПа, а потім через підігрівник живильної води 22, холодильник-конденсатор 23 спрямовується в абсорбційну колону 24.

Продукційна кислота стікає з нижньої частини колони і надходить у продувальну колону 25, далі – на склад. Абсорбційна колона 24 зрошується паровим конденсатом.

З абсорбційної колони 24 викидні газу надходять в уловлювач 26 з теплообмінником 27, потім – у підігрівник 28. Після нагрівання до температура 500 °С ці газу проходять через спеціальний пристрій реактора каталітичного очищення 30 і змішуються з природним газом у змішувачі 29.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гарячі викидні гази надходять на рекупераційну газову турбіну 31, з якої розширившись, потрапляють у підігрівник 28, охолоджуються і через викидну трубу виводяться в атмосферу.

## **1.2. Призначення схем автоматизації та загальні принципи їх виконання**

Схема автоматизації – основний технічний документ, який визначає функціонально-блочну структуру окремих вузлів автоматичного контролю, керування і регулювання технологічного процесу та оснащення об'єкта керування приладами і засобами автоматизації, зокрема засобами телемеханіки та обчислювальної техніки.

На схемах автоматизації зображують:

- 1) технологічне та інженерне обладнання і комунікації (трубопроводи, газоходи, повітропроводи) об'єкта, що автоматизується;
- 2) технічні засоби автоматизації, що утворюють контури контролю, регулювання та керування ;
- 3) лінії зв'язку між окремими технічними засобами автоматизації або контурами.

Об'єктом керування в системах автоматизації технологічних процесів є сукупність основного та допоміжного устаткування разом із вмонтованими в нього запірними та регулювальними органами, а також енергії, сировини й інших матеріалів, що визначаються особливостями технології. Створення ефективних систем автоматизації передбачає потребу в поглибленому вивченні технологічного процесу не лише проектувальниками, а й спеціалістами монтажних, налагоджувальних та експлуатаційних організацій.

У процесі розроблення схем автоматизації технологічних процесів потрібно забезпечити :

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- отримання первинної інформації про стан технологічного процесу та устаткування;
- безпосередній вплив на технологічний процес для керування ним;
- стабілізацію технологічних параметрів процесу;
- контроль та реєстрацію технологічних параметрів процесу та стану технологічного устаткування.

Зазначені завдання вирішують на підставі аналізу умов роботи технологічного устаткування, виявлених законів та критеріїв керування об'єктом, а також вимог до точності стабілізації, контролю і реєстрації технологічних параметрів, до якості регулювання і надійності.

Функціональні завдання автоматизації зазвичай реалізують за допомогою різних технічних засобів, зокрема: відбірних пристроїв, засобів отримання первинної інформації, засобів перетворення та обробки інформації, засобів подання інформації обслуговуючому персоналу, комбінованих, комплектних і допоміжних пристроїв.

Результатом складання схем автоматизації є:

1. Вибір методів вимірювання технологічних параметрів;
2. Вибір основних технічних засобів автоматизації, які найбільш повно відповідають вимогам та умовам роботи об'єкта, що автоматизується;
3. Визначення приводів виконавчих механізмів регулювальних та запірних органів технологічного устаткування, керованого автоматично або дистанційно;
4. Розміщення засобів автоматизації на щитах, пультах, технологічному устаткуванні, трубопроводах тощо та визначення способів подання інформації про стан технологічного процесу й устаткування, виготовлення іншої проектної документації (схем зовнішніх з'єднань, схем щитів і пультів, монтажно-комутаційних схем і т. ін.).

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 2. Проектування системи керування

### 2.1. Опис схеми автоматизації

Схема автоматизації процесу виробництва неконцентрованої азотної кислоти зображена на кресленні ЗЛА11.07.ДП.00.001 СхА.

Даний спосіб одержання азотної кислоти базуються на контактному окисленні аміаку киснем повітря з подальшою переробкою оксидів азоту в кислоту шляхом поглинання їх водою. Основними стадіями виробництва неконцентрованої азотної кислоти являються очистка сировини, каталітичне окислення аміаку, утилізація тепла, вилучення із нітрозного газу реакційної води, абсорбція оксидів азоту, очищення газових викидів.

Процес окислення аміаку відбувається в контактному апараті. В цьому апараті відбувається змішування аміаку з повітрям з подальшим окисленням аміаку на каталізаторних сітках. Згідно з регламентом в апарат подаються речовини у співвідношенні 1:1,4. В результаті реакції утворюється нітрозний газ, до складу якого входять наступні компоненти: NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O.

Перед тим, як потрапити у контактний апарат аміак подається у рідкому стані у випарний апарат, де випарюється за температури 280 °С, за рахунок тепла циркуляції пари. Задана температура випарювання підтримується контуром регулювання температури, що складається з таких компонентів:

- поз. 14-1 – термоелектричний перетворювач;
- поз. 14-2 – прилад вторинний, показувальний і реєструвальний ДИСК-250;
- поз. 14-3 – мікропроцесорний регулятор МІК-21;
- поз. 14-4 – виконавчий механізм.

Після цього аміак підігрівається до температури 520 °С в підігрівниках 6 та 7 і подається в контактний апарат. Задана

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

температура підтримується контуром регулювання температури, що складається з таких компонентів:

поз. 15-1 – термоелектричний перетворювач;

поз. 15-2 – прилад вторинний, показувальний і реєструвальний ДИСК-250;

поз. 15-3 – мікропроцесорний регулятор МІК-21;

поз. 15-4 – виконавчий механізм.

Задане співвідношення витрат аміаку і повітря забезпечується регулятором співвідношення витрат (поз. 4-4). Сигнал про витрату аміаку формується первинним вимірювачем витрати поз. 3-1 (діафрагма камерна ДКС0,6-100), а сигнал про витрату повітря відповідно первинним вимірювачем поз. 4-1 (діафрагма камерна ДКС0,6-100). Витрати цих речовин показуються і реєструються приладами на щиті керування поз. 3-3 і поз. 4-3 (прилад вторинний, показувальний і реєструвальний ФК0071).

Потім нітрозний газ охолоджується в котлі-утилізаторі до температури 380 °С і в економайзері до температури 250 °С. Задана температура на виході із апаратів підтримується комплектами апаратів 16 і 17. Структура цих комплектів аналогічна структурі комплекта апаратури 15. Після цього нітрозний газ охолоджується в підігрівнику 13 до температури 165 °С і в холодильнику-конденсаторі 14 до температури 65 °С. Задана температура на виході із апаратів підтримується комплектами апаратів 18 і 19. Їхню структуру розглянемо на прикладі контура регулювання температури в холодильнику-конденсаторі, що складається з таких елементів:

поз. 19-1 – термоперетворювач опору;

поз. 19-2 – прилад вторинний, показувальний і реєструвальний ДИСК250;

поз. 19-3 – мікропроцесорний регулятор МІК-21;

поз. 19-4 – виконавчий механізм.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **3. Моделювання динаміки об'єкта та синтез системи керування**

#### **3.1. Постановка задачі з моделювання динаміки об'єкта та синтезу системи керування**

Метою розрахунку є одержання математичної моделі об'єкта, яка б описувала динамічні процеси, що в ньому відбуваються, її розрахунок та побудова часових та перехідних характеристик об'єкта керування.

Потім необхідно визначити структуру автоматичної системи керування; обґрунтувати обраний алгоритм керування з огляду на показники якості роботи системи, зазначені в технічному завданні; відповідно до методу налаштування системи знайти параметри алгоритму керування.

#### **3.2. Опис об'єкта моделювання**

Оскільки більшість стадій процесу виробництва неконцентрованої азотної кислоти відбуваються в умовах високих температур, у процесі виникає необхідність постійно нагрівати і охолоджувати речовини, що реагують, а також вихідні продукти. Через це застосовується значна кількість підігрівників, теплообмінників, холодильників-конденсаторів тощо. Більшість з цих апаратів мають схожу конструкцію. Саме тому, для моделювання було обрано один з цих апаратів, а саме холодильник-конденсатор 23.

Цей тип теплообмінників являється одним з найбільш поширених. На рис. 3.1 показаний кожухотрубчастий теплообмінник жорсткої конструкції, який складається з корпусу (кожуха) 1, і приварених до нього трубних решіток 2. В трубних решітках закріплен пучок труб 3. К трубним решіткам прикріплюються (на прокладках чи болтах) кришки 4.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Основним **недоліком** є те, що швидкість руху рідини в трубах є низькою і, відповідно, коефіцієнти тепловіддачі є те ж невисокими.

Таблиця 3.1 - Значення основних конструктивних параметрів апарату

№	Назва параметра	Значення
1	Діаметр корпуса	2200 мм
2	Діаметр трубок	25 мм
3	Число трубок	4064
4	Довжина трубок	5000 мм
5	Площа поверхні теплообміну	1480 м <sup>2</sup>

Сформулюємо припущення для об'єкта:

- будемо вважати, що витрата через резервуар на його вході і виході одна й та ж, до того ж вона не змінюється в часі, отже маса теплоносія в резервуарі є величиною сталою;
- коефіцієнт теплоємності будемо вважати таким, що не залежить від часу та температури;
- площа поверхні теплообміну  $F$  та коефіцієнт теплопередачі  $k$  також не залежать від часу та температури;
- будемо вважати, що до складу нітрозних газів входять тільки наступні компоненти:  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ .

Запишемо тепловий баланс:

Оскільки цей апарат – двоємнісний, то тепловий баланс складатиметься з двох рівнянь, перше – для трубного простору, друге – для міжтрубного простору.

$$G_1 \cdot c \cdot \Theta_{\text{вх}} - k \cdot F \cdot (\Theta_{\text{вих}} - \Theta_{\text{вих.в.}}) - G_1 \cdot c \cdot \Theta_{\text{вих}} = 0, \quad (3.1)$$

$$G_2 \cdot c \cdot \Theta_{\text{вих.в.}} + k \cdot F \cdot (\Theta_{\text{вих}} - \Theta_{\text{вих.в.}}) - k_1 \cdot F_1 \cdot (\Theta_{\text{вих.в.}} - \Theta_{\text{ос.}}) - G_2 \cdot c \cdot \Theta_{\text{вих.в.}} = 0,$$

де  $G_1=1,08$  кг/с – витрата нітрозного газу;

$G_2=1,5$  кг/с – витрата води;

$C=1525,165 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$  – теплоємність нітрозного газу;

$c=4175 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$  – теплоємність води;

$k=5,289 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  – коефіцієнт теплопередачі;

$F=1480$  м<sup>2</sup> – площа поверхні теплообміну;

$\Theta_{\text{вх.в}}=20$  °С – температура води на вході;

$\Theta_{\text{вих.в}}=45$  °С – температура води на виході;

$\Theta_{\text{вх}}=160$  °С – температура нітрозного газу на вході;

$\Theta_{\text{вих}}=65$  °С – температура нітрозного газу на виході.

Визначимо входи та виходи об'єкта:

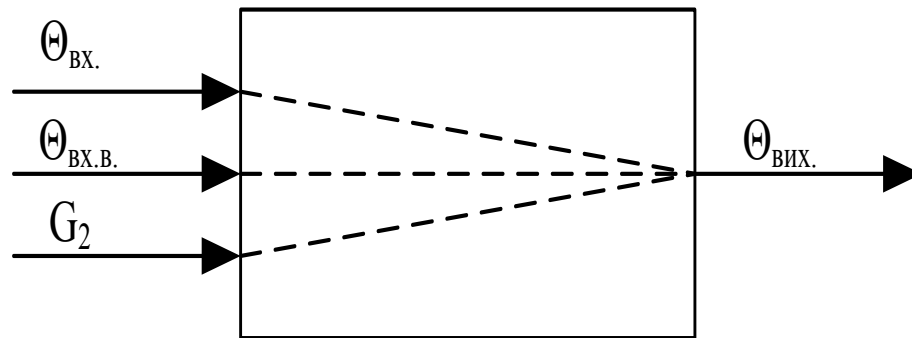


Рисунок 3.2 – Структурна схема об'єкта керування

## 4.Охорона праці

Завдання охорони праці – звести до мінімуму імовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Відповідно до закону України “Про охорону праці”, прийнятому у 1993 році, на все нове обладнання, що розробляється необхідно розробляти безпечні умови для обслуговуючого персоналу. Тому питання безпеки та покращення умов праці разом з підвищенням продуктивності та продукції, що випускається, є визначальними.

Охорона праці і оточуючого середовища включає в себе питання безпеки праці, усунення причин травматизму і попередження професійних захворювань, аварійних ситуацій на виробництві; питання правової охорони праці.

### 4.1. Характеристика виробництва

У дипломному проекті розробляється лінія яка призначена для технологічних процесів, а саме для виробництва розведеної азотної кислоти. Контроль параметрів технологічного процесу здійснює оператор лінії, пульт якого знаходиться в приміщенні цеху, площа якого  $S=1600 \text{ м}^2$  та об’ємом  $V=4800 \text{ м}^3$ .

### 4.2. Виявлення шкідливих і небезпечних факторів

До лінії входять: насоси; суконні фільтри, холодильники, абсорбційні башти, конвертор, котел-утилізатор, окисна башта, лужна башта, вентилятори, скруббер. Шкідливими і небезпечними виробничими факторами є:

- 1) промислове освітлення;
- 2) виробничий шум;

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 3) повітря робочої зони;
- 4) електронезбезпека;
- 5) пожежна безпека.

### 4.3. Промислове освітлення

Шкідливим для оператора є недостатня освітленість робочого місця, це проявляється в погіршенні зору та зниженні продуктивності праці самого оператора.

Для створення світлового комфорту на підприємствах хімічного виробництва використовують: природне освітлення, штучне освітлення, суміщене освітлення.

Згідно ДБНВ 2.5.28-2006, робота з обслуговування обладнання відноситься до VI розділу підрозділу «а», тобто загальне спостереження за технологічним процесом. При цьому робоче місце оператора повинно мати освітленість робочої зони  $E_{\text{нор}}=200$  лк.

Щоб робоче місце відповідало нормам освітленості вибираємо лампи ЛПП04, світловим потоком  $F=10000$  лм, фактична освітленість буде  $E_{\text{ф}}=250$ лк.

Встановлені лампи дають освітленість  $E_{\text{ф}}=250$ лк, тобто задовольняють вимоги ДБНВ 2.5.28-2006,  $E_{\text{нор}}=200$  лк.

### 4.4. Шум

Джерелом шуму при роботі обладнання є:

- насоси  $L=75$  дБа;
- електродвигуни  $L=80$  дБа.

Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами. Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму: понижуючі шум у джерелі виникнення (найбільше ефективно); понижуючі шум на шляхах його поширення.

					<i>ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно санітарно – технічному паспорту установки рівень шуму в робочій зоні операторів складає 60 дБа, що не перевищує норми.

Для зменшення виробничого шуму передбачені наступні заходи:

- використання шумо ізолюючих кожухів  $\Delta L=12$  дБа;
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться  $\Delta L=6$  дБа;
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом  $\Delta L=5$  дБа;
- своєчасна заміна всіх механічних вузлів за регламентом  $\Delta L=5$  дБа.

Як індивідуальні засоби захисту від шуму відповідно до ГОСТ 12.4.029-80 використовують м'які прогумовані вкладиші, протишумові навушники ПШН-Б ( $\Delta L=10$  дБа), вкладиші «Беруши СТ-1» ( $\Delta L=16$  дБа).

Фактичні показники шуму не перевищують допустимі, які встановленні ДСН 3.36.037-99 ( $L^A = 60$ дБа).

#### 4.5. Повітря робочої зони

Під час виробництва розведеної азотної кислоти можливе не значне виділення шкідливих парів та теплове випромінювання.

До засобів нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць відносяться пристрої вентиляції, кондиціонування й очищення повітря, опалення.

Додатково до технологічних заходів системами опалення й вентиляції повітряне середовище в приміщеннях доводиться до вимог санітарних норм і правил техніки безпеки.

Робота операторів на пересувній установці відноситься до важкої фізичної роботи через те, що установка розташована в умовах шуму, пилу, робота проводиться в 2 зміни. Енерговитрати за таких умов праці складають більше 293 Дж/с. У зв'язку з цим передбачено можливість відпочинку персонала в закритому приміщенні.

Фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні для даної категорії робіт наведені у таблиці.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця 6.1 – Фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні.**

Сезон року	Категорія робіт – 1б		
	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Фактична	Фактична	Фактична
Холодний	19-20	40-65	0,2
Теплий	20-25	40-70	0,2

Вентиляція відбувається за рахунок центральної системи вентиляції цеху, яка була розроблена відповідно до норм.

Параметри повітря робочої зони відповідають ГОСТу 12.1.005-88 і ДСН 3.3.6.042-99. Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного опалення з температурою теплоносія 343-363К, а в теплий час року вентиляцією відповідно до ДСН 3.3.6.042-99.

#### **4.6. Електробезпека**

Приміщення хімічної промисловості, за класифікацією ПУЕ (правила установки електрообладнання) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження людей електричним струмом.

Електричне устаткування на проектованій установці живиться від 3-х фазної провідної електричної мережі перемінного струму з глухо заземленою нейтраллю напругою 220/380 В і частотою 50 Гц.

Дія на організм людини електричного струму напругою вище 42В (для особливо небезпечних приміщень - 12В) небезпечно для життя.

Основними причинами ураження струмом є:

- поява напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, унаслідок помилкового включення установки;

- виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання проводу на землю;
- поява напруги на металевих конструктивних частинах електроустановки - корпусах, кожухах і т.д. у результаті ушкодження ізоляції й за інших причин;
- випадковий дотик чи наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходиться під напругою.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів.

Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є занулення, захисне відключення. Заземлення в електроустановках — це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які не знаходяться під напругою, з глухо заземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухо заземленим вводом джерела однофазного струму, з глухо заземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму. Опір ізоляції повинен бути не менше 0,5 МОм.

Електрична апаратура, встановлена всередині робітничих приміщень, повинна мати ступінь захисту  $I_p=51$  (ГОСТ 14254-80).

Ізоляція провідників вимірюється мегаомметром П044Т У25-0.4-1970-80.

Основними заходами від ураження електричним струмом є:

- ізоляція струмопровідних частин пульта керування ( $R \geq 0,5$  Ом);
- електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
- рубильники включення замкнені в спеціальних шафах;

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при роботі з електроінструментом, потрібно застосовувати індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і калоші, гумові килимки, ізольовані підставки;
- блокування безпеки;
- орієнтація в електроустановках;
- малі напруги для переносного інструменту.

Забороняється:

- проводити роботи на незанулених вузлах лінії;
- проводити ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- залишати лінію, що працює без нагляду;
- допускати до роботи людей, які не пройшли навчання і не були ознайомлені з правилами техніки безпеки на виробництві.

Вимоги до засобів захисту, їх конструкції та обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад виконано у відповідності до вимог ДНАОП 1.1.10-1.07-01 "Правила експлуатації електрозахисних засобів". Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1. 030-81.

Засоби захисту, що використовуються в електроустановці, відповідають вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції.

#### 4.7. Пожежна безпека

В виробничому цеху, де працює лінія може спалахнути: промаслена ветош, машинне масло, електропроводка, електрообладнання, матеріали. Отже, приміщення, де знаходиться лінія відноситься до категорії „В” ОНТП 24-86, і класу зони П-І ( ПУЕ ).

Це виробництво в якому використовуються рідини з температурою спалаху вище 70°C і горючі пили або волокна, нижня границя займання яких більше 65 мг/м<sup>3</sup>, тверді речовини і матеріали, що займаються, які здатні лише горіти, але не вибухати при контакті з повітрям, водою або один з одним.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Причини пожежі:

- струм, перевантаження, великі перехідні опори;
- загоряння ізоляції нагрівачів;
- несправність електрообладнання;
- пряме ураження блискавкою, що може викликати пожежу і руйнацію будівлі.

Засоби запобігання виникненню пожежі:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- обмеження в застосуванні відкритого вогню;
- паління тільки у відведених для цього місцях;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- наявність засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежогасіння в безпосередній близькості від установки (пісок, вогнегасники).

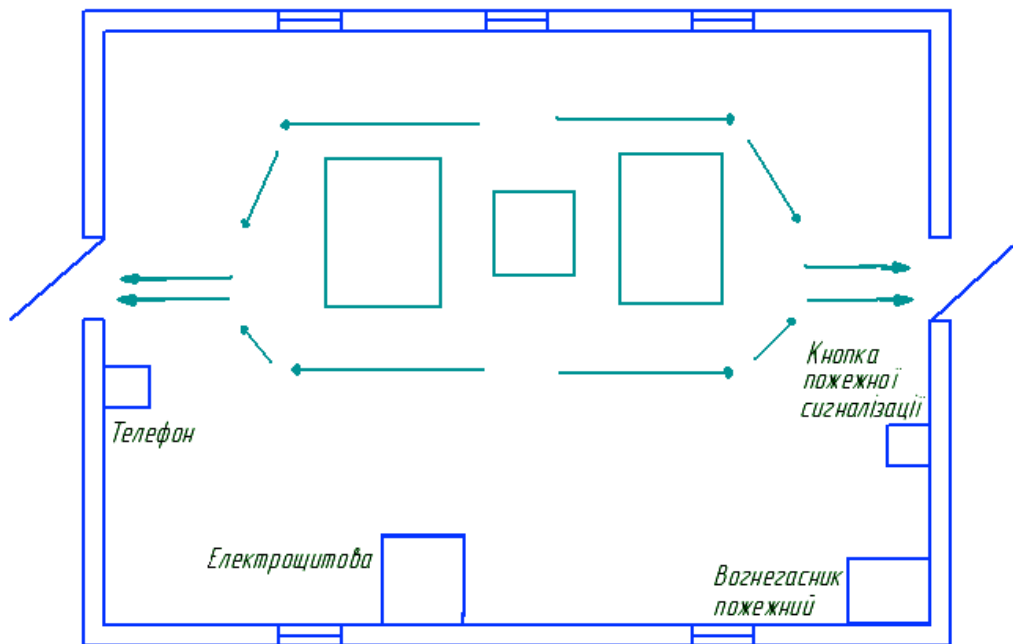
В якості засобів гасіння пожежі використовують вогнегасники «ОУ-5», щити і ящики з піском.

Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники «САМ-9» (1 шт.). Також використовуються пожежні рукави Ф-77.

В час виникнення пожежі передбачена пожежна сигналізація – теплові оповіщувальні пристрої типу ДТП. Інформація від оповіщувачів надходить в приймальну станцію.

При виникненні пожежі, люди повинні залишити приміщення. Відповідно до СН.П 2.09.02-85 в приміщенні знаходяться два еваковиходи. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м. Двері еваковиходу повинні відкриватись на зовні, відповідно до СНиП2.09.02-85. На рис. представлено план евакуації з цеху.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рисунок - 6.1 - План евакуації**

Вжиті міри забезпечують відповідність лінії до вимог охорони праці та навколишнього середовища, безпечну роботу персоналу на лінії виробництва та готовність до надзвичайних ситуацій.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

## Висновок

При виконанні дипломного проекту розглянуто автоматизацію виробництва розведеної азотної кислоти під атмосферним тиском.

На сучасному етапі розвитку виробництва автоматизація даного процесу, як і будь-яких інших складних процесів, дозволяє отримати високі показники продуктивності установки і якості кінцевого продукту. Автоматизація зокрема передбачає контроль, керування, сигналізацію та блокування технологічних параметрів за допомогою відповідних автоматичних пристроїв без безпосередньої участі людини, але і під її контролем.

У дипломному проекті зроблено аналіз технологічного процесу як об'єкта керування, розроблено функціональну схему автоматизації, принципову електричну схему з дистанційного керування і аварійного захисту електричних двигунів, монтажно-комутаційну схему до системи дистанційного керування та технологічних блокувань, підібрано необхідні технічні засоби автоматизації. Вибрано основний апарат, яким являється теплообмінник, і саме він є невід'ємною частиною усього процесу. Для даного апарату розроблено математичну модель динаміки та статички, побудовано перехідні характеристики, обрано регулятор, проведено синтез та дослідження систем керування процесом охолодження нітрозного газу.

Даний проект є надійним, з точки зору капіталовкладень, так як оснащення цеху сучасним технологічним обладнанням та сучасними технічними засобами автоматизації веде до економії енергоресурсів і призводить до швидкої окупності капіталовкладень.

При виконанні дипломного проекту та оформлення проектної документації застосовано програмні середовища MS Office, Visio, MathCAD.

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ЛІТЕРАТУРА

1. Лукінюк М.В. Технологічні вимірювання та прилади : Навч. посіб. для курс. проектування. К.: "ПОЛПАРНАС" , 2002. - 257с: іл.
2. Бабіченко А.К., Тушинський В.І., Михайлов В.С. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. Бабіченка А.К.: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ, 2001 р. - 470 с.
3. Ключев А. С. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов». Справочное пособие - М.: Машиностроение, 1980. - с. 214.
4. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. – Москва «Химия», 1995. – 260с.
5. Жученко А.И., Кубрак Н.А., Голинко И.М. Динамика объектов с распределенными параметрами: Учебное пособие. – К.: ЕКСМО, 2005.- 121с.
6. Жученко А. І., Кваско М.З., Кубрак Н. А. Ідентифікація динамічних характеристик. Комп'ютерні методи. К.:ВІПОЛ, 2000. – 182с., іл.
7. Симановский А. Ю. Методика настройки регуляторов. Инструкция. – К.: МИКРОЛ, 2004. – 64с.
8. Ковалюк Д.О., Скобеліна М.І. Автоматизація процесу виробництва азотної кислоти під атмосферним тиском – Настоящи изследования и развитие - 2014 [Текст]: Материали за X международна научна практична конференция, София, 17-25 януари 2014. – София.: «Бял ГРАД-БГ» ООД. – С. 60-62. – ISBN 978-966-8736-05-6
9. Ковалюк Д.О., Скобеліна М.І. Моделювання процесу нагрівання аміаку в котлі-утилізаторі – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології [Текст]: Материали Першої Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів (АКІТ-2014). - Київ, НТУУ «КПІ», 16-17 квітня 2014 р. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – С. 78-79

					ЗЛА11.07.ДП.00.001ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		