

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет Інженерії
(повне найменування факультету)

Кафедра Хімічної інженерії та екології
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

освітнього ступеня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія
спеціалізація Хімічні технології неорганічних речовин
(шифр і назва спеціальності)

на тему **Стадія підготовки амоніаку у виробництві нітратної кислоти
потужністю 140 тис. т/рік**

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТНР-19 дм

Цуканов Є.В.
(прізвище, та ініціали)

.....
(підпис)

Керівник Зубцов Є.І.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Завідувач кафедрою Суворін О.В.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Рецензент Шаповалова І.М.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Севєродонецьк - 2021 р.

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет _____ Інженерії _____
Кафедра _____ Хімічної інженерії та екології _____
Освітній ступінь _____ магістр _____
(бакалавр, спеціаліст, магістр)
Спеціальність _____ 161 - Хімічні технології та інженерія _____
Спеціалізація _____ "Хімічні технології неорганічних речовин" _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ
О.В. Суворін
" _____ " _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Цуканову Євгену Васильовичу _____

1. Тема роботи :

Стадія підготовки амоніаку у виробництві нітратної кислоти
потужністю 140 тис. т/рік

Керівник проекту (роботи) _____ Зубцов Євген Іванович, к.т.н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 19.11.2020 р. № 162/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 11 січня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

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

Вступ. 1. Техніко-економічне обґрунтування. 2. Технологічна частина. 3. Контроль та автоматизація виробництва. 4. Охорона праці. 5. Компонівка технологічного обладнання. 6. Екологія та охорона навколишнього середовища. 7. Техніко-економічні розрахунки. Висновки. Анотація. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Технологічна схема виробництва з КВПіА (1 лист).
2. Фільтр. Вид загальний (1 лист).
3. Фільтр. Вузли та деталі (1 лист).
4. План цеху (1 лист).
5. Розріз цеху (1 лист).
6. Техніко-економічні показники (1 лист).

6. Дата видачі завдання - 20 листопада 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	25.11.2020	
2	Техніко-економічне обґрунтування	01.12.2020	
3	Технологічна частина	08.12.2020	
4	Контроль та автоматизація виробництва	11.12.2020	
5	Охорона праці	17.12.2020	
6	Компоновка технологічного обладнання	23.12.2020	
7	Екологія та охорона навколишнього середовища	30.12.2020	
8	Техніко-економічні розрахунки	04.01.2021	
9	Висновки	06.01.2021	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Цуканов Є.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Зубцов Є.І.

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Текстові документи</u>		
A4		1	ДП.12.01.ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Графічні документи</u>		
A4		2	ДП.12.02.СХ	Технологічна схема виробництва з КВП і А	1	
A4		3	ДП.12.03.ВЗ	Фільтр. Вид загальний	1	
A4		4	ДП.12.04.001	Фільтр. Вузли та деталі	1	
A4		5	ДП.12.05.Пл	План цеху	1	
A4		6	ДП.12.06.Рз	Розріз цеху	1	
A4		7	ДП.12.07.ТЕП	Техніко-економічні показники	1	

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Цуканов С.В.			Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перев.		Зубцов Є.І.							
Консульт.					<i>Відомість</i>				
Н. Контр.				СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм					
Затв.		Суворін О.В.							

Реферат

Дипломний проект з теми «Стадія підготовки амоніаку у виробництві нітратної кислоти потужністю 140 тис. т/рік» складається з пояснювальної записки, що містить ___ сторінок, 22 таблиці, 4 рисунки, використано 23 найменування літературних джерел. Графічна частина – 6 листів.

НІТРАТНА КИСЛОТА, РІДКИЙ АМІАК, ПІДГОТОВКА, ГАЗОПОДІБНИЙ АМІАК, ОЧИЩЕННЯ, ФІЛЬТРУВАННЯ, ВДОСКОНАЛЕННЯ ФІЛЬТРУ, АМІАЧНО-ПОВІТРЯНА СУМІШ

З метою вдосконалення стадії підготовки сировини запропоновано замінити апарат, що містить перфорований стакан обтягнутий фільтрувальною тканиною, на фільтр більш удосконаленої конструкції із вбудованим змієвиком. Така конструкція фільтру дозволить проводити очистку за більш високою температурою до 80⁰С, замість 50⁰С, тобто меншою в'язкістю амоніаку, що значно зменшує втрати амоніаку в процесі очистки.

В роботі розроблена технологічна схема виробництва нітратної кислоти. Виконані матеріальні та тепловий баланси, розрахунок основного апарату стадії підготовки амоніаку – фільтру, підібрано допоміжне обладнання. Представлені фізико-хімічні характеристики основних і проміжних продуктів процесу. Розглянуті питання, що стосуються автоматизації технологічного процесу, екології та охорони праці в проектованому виробництві.

Запропоноване технічне рішення приводить до зниження собівартості виробництва нітратної кислоти на 0,12%. Річний економічний ефект від зниження собівартості складає 368,2 тис. грн.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм</i>		

Зміст

Вступ

1 Техніко-економічне обґрунтування

2 Технологічна частина

3 Контроль та автоматизація виробництва

4 Охорона праці

5 Компоновка технологічного обладнання

6 Екологія та охорона навколишнього середовища

7 Техніко-економічні розрахунки

Висновки

Анотація

Література

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зміст</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

Вступ

Нітратна кислота є одним з вихідних продуктів для одержання більшості азотвмістких речовин. До 70-80% її кількості витрачається на одержання мінеральних добрив. Одночасно нітратна кислота застосовується при одержанні вибухових речовин майже всіх видів нітратів і ряду інших технічних солей; у промисловості органічного синтезу; у ракетній техніці, як окиснювач у різних процесах і в багатьох інших галузях народного господарства.

Усі промислові способи одержання нітратної кислоти засновані на контактному окисненні аміаку киснем повітря з наступною переробкою оксидів нітрогену в кислоту шляхом поглинання їх водою. Основними стадіями виробництва неконцентрованої нітратної кислоти є очищення сировини, каталітичне окиснення аміаку, утилізація тепла, вилучення з нітрозного газу реакційної води, абсорбція оксидів нітрогену, очищення газових викидів. До сучасних тенденцій розвитку технології відноситься: забезпечення найбільшої надійності конструкцій апаратури й машинних агрегатів; підвищення ступеня кислотої абсорбції, а також ступені використання тепла хімічних реакцій і зниження шкідливих викидів в атмосферу[1].

На виробництві нітратної кислоти використовується дорогий платиновий каталізатор, використання якого потребує високу чистоту сировини, з якомога меншим вмістом одомішок, що можуть бути отрутами. Тому ступінь очищення сировини впливає не лише на швидкість отруєння платинового каталізатору, а й на ступінь окиснення аміаку і, таким чином, на весь процес одержання нітратної кислоти.

Завданням дипломного проекту є розробка стадії підготовки амоніаку у виробництві нітратної кислоти.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм</i>		

1 Техніко-економічне обґрунтування

1.1 Аналітичний огляд і патентний пошук

Виробництво неконцентрованої нітратної кислоти під тиском 0,73 МПа введено в експлуатацію в січні 1976 року.

Потужність виробництва:

- проектна - 240000 тонн моногідрата нітратної кислоти в рік
- досягнута в 2003 році - 206083 тонн
- гранична, економічно виправдана - 204120 тонн
- мінімально стійка - 191160 тонн.

Метод виробництва – каталітичне окислення аміаку киснем повітря з подальшою абсорбцією оксидів нітрогену водою під тиском 0,73 МПа каталітичним очищенням хвостових газів від оксидів нітрогену і рекуперацією енергії очищених хвостових газів.

В даний час експлуатуються різні системи виробництва розбавленої нітратної кислоти. Деякі з них останніми роками піддалися модернізації, що дозволило значно поліпшити техніко-економічні показники їх роботи.

Промислові системи отримання розбавленої нітратної кислоти розрізняють головним чином по тиску на основних стадіях виробництва. Нітратнокислотні системи прийнято умовно підрозділяти на наступні групи:

- системи, що працюють під тиском, близьким до атмосферного;
- системи, що працюють під підвищеним тиском;
- системи, що працюють комбінованим методом (окислення аміаку проводиться при близькому до атмосферного або помірному тиску, абсорбція оксидів нітрогену, що утворюються, – при підвищеному тиску) [2].

Виробництво нітратної кислоти контактним окисненням аміаку є великим досягненням у розвитку хімічної промисловості.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>			<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм</i>		

Найбільш важливі напрямки в удосконаленні виробництва неконцентрованої нітратної кислоти:

- укрупнення агрегатів;
- створення агрегатної системи;
- забезпечення нульового балансу енергії в системах;
- ліквідація викидів нітрозних газів в атмосферу;
- проведення абсорбції оксидів нітрогену під тиском 1,1 - 2,5 МПа [2].

Сучасні методи виробництва неконцентрованої нітратної кислоти концентрацією від 45 до 72% можуть бути розділені на три основні групи: виробництво нітратної кислоти при атмосферному тиску, при підвищеному тиску та за комбінованим методом (окиснення аміаку здійснюють під атмосферним, а окиснення оксидів нітрогену і їх абсорбцію водою – під підвищеним тиском).

В даний час 9 % нітратної кислоти виробляється в системах, що працюють під атмосферним тиском, 31 % – у комбінованих системах під тиском на стадії абсорбції 0,35 МПа, 54 % – під загальним тиском 0,73 МПа, 6 % – у комбінованих системах під тиском на стадії абсорбції 1,1 МПа [3].

Розглянемо основні технологічні схеми виробництва нітратної кислоти: при атмосферному тиску, при підвищеному тиску, за комбінованим методом (окиснення аміаку здійснюють під атмосферним, а окиснення оксидів нітрогену і їх абсорбцію водою – під підвищеним тиском), а також схему, що працює під єдиним тиском 0,73 МПа.

Перший метод одержання – системи, що працюють під атмосферним тиском.

Концентрація продукційної кислоти досягає 45-50 % у залежності від обсягу абсорбційної системи, а також температури процесу. Ступінь поглинання оксидів нітрогену у вежах кислої абсорбції складає 92-94 %. На виході з кислотної системи ступінь окиснення нітрозних газів знаходиться в межах 20-35 % у залежності від температурного режиму і числа ступенів абсорбції. Найбільш

											ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

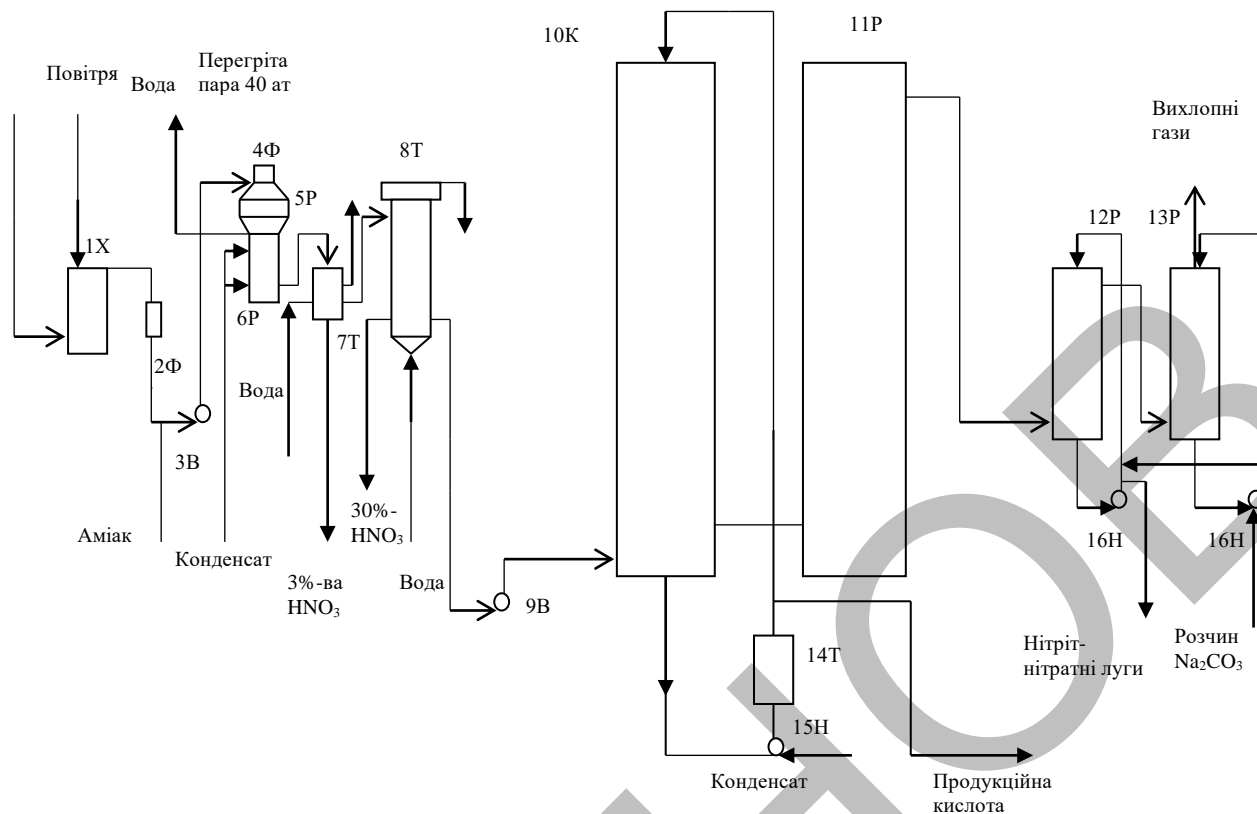


Рисунок 1.1 – Схема установки для отримання неконцентрованої нітратної кислоти при атмосферному тиску [1]: 1Х – водяний скруббер; 2Ф – сукняний фільтр; 3В – аміачно-повітряний вентилятор; 4Ф – картонний фільтр; 5Р – контактний апарат; 6Р – паровий котел-утилізатор; 7Т – швидкісний холодильник; 8Т – холодильник-конденсатор; 9В – вентилятор для нітрозних газів; 10К – абсорбційні вежі; 11Р – окиснююча вежа; 12,13Р – вежі для поглинання оксидів нітрогену лугами; 14Т – холодильник кислоти; 15,16Н – насоси.

сприятливе для процесу лужної абсорбції відношення $\text{NO}_2 : \text{NO} = 1$. Для 50 % окиснення NO між кислотною і лужною системами встановлюється пуста, незрошувана окисна вежа. Одночасно з окисненням у ній відбувається взаємодія оксидів нітрогену з парами води, що присутні в газах, і утворюється нітратна кислота.

Лужна абсорбція здійснюється за принципом протипотока: у другу по ходу газів вежу надходить свіжий розчин соди (200-250 г/л), з неї розчини

передаються в першу по ходу газів вежу. У вежах лужної абсорбції утворюються нітрит-нітратні луги [1].

Перевагами даного методу є те, що поряд з одержанням нітратної кислоти (напівпродукція) утвориться і готовий продукт у вигляді натрієвої селітри. Система відрізняється простотою устаткування, нескладністю його обслуговування, низькою витратою каталізатора й електроенергії; сумарні витрати нижче приблизно на 3 % витрат при одержанні HNO_3 за комбінованим способом [4].

До недоліків відносяться: великі капітальні витрати на будівництво, в основному внаслідок значної витрати спеціальних сталей; отримання нітратної кислоти зниженої концентрації; істотні втрати аміаку; висока вартість соди. Практично неможливо досягти санітарної норми вмісту оксидів нітрогену в газах, що відходять.

Другий метод одержання – системи, що працюють при підвищеному тиску. На відміну від систем, що працюють при атмосферному тиску, в описаній нижче системі окиснення аміаку і переробка нітрозних газів в нітратну кислоту проводяться під тиском вище атмосферного. Звичайно змінюють тиск у межах від 0,4 до 0,9 МПа.

Розглянемо схему установки, що працює під тиском від 0,73 МПа на початку системи і до 0,58 МПа наприкінці системи.

Концентрація кислоти на виході з колони складає 55-56 %. Концентрація кисню в газах, що відходять, підтримується в межах 3-3,5 %.

Залишкова концентрація оксидів нітрогену в продуктах реакції коливається від 0,01 до 0,004 %.

Тепло, отримане від спалювання природного газу в агрегаті очищення газу, що відходить, є джерелом енергії для повітряного турбокомпресора [1].

Перевагами даного способу є: низькі енергетичні витрати (електроенергія не витрачається на технологічні нестатки, її заміняє природний газ. Електроенергія споживається в незначній кількості тільки для приводу насосів,

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідних для перекачування кислоти, подачі живильної води в котли) і високий ступінь очищення хвостових газів.

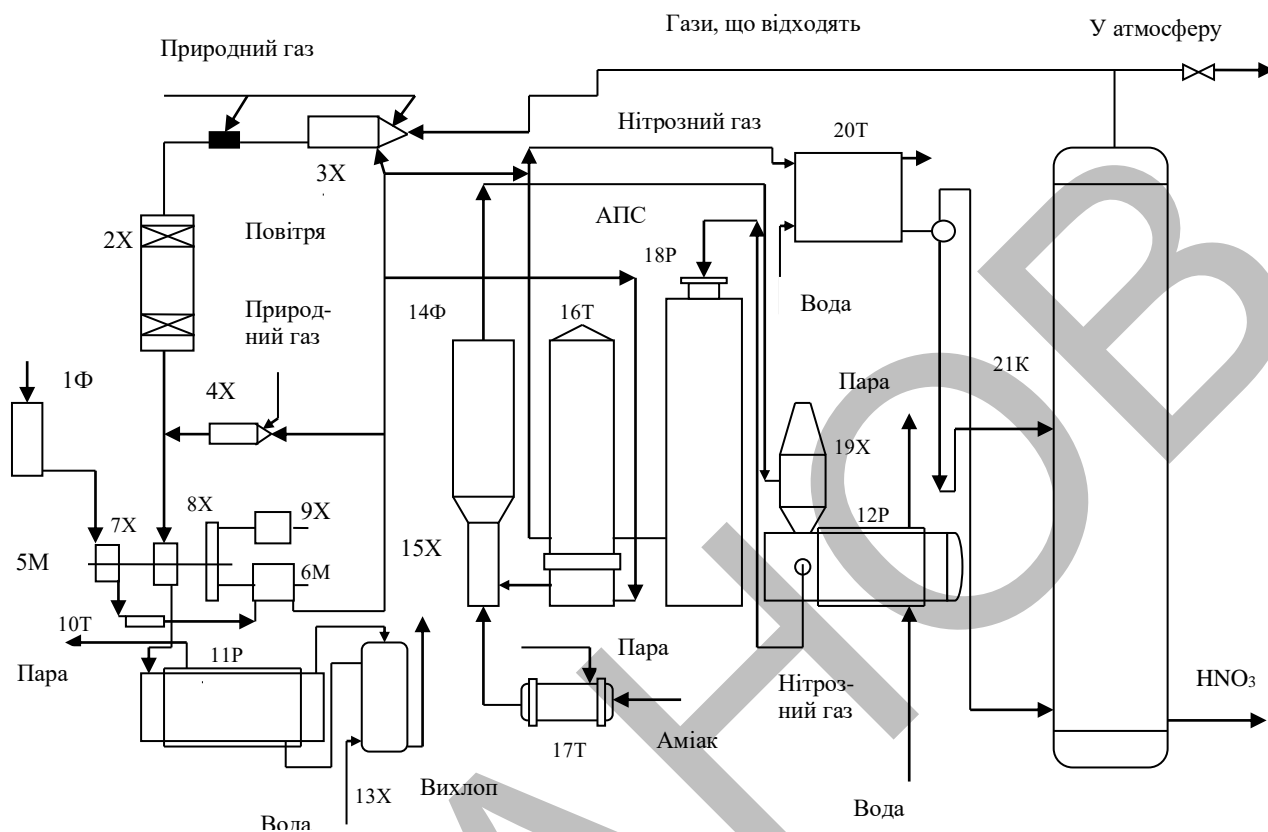


Рисунок 1.2 – Схема виробництва нітратної кислоти під тиском з приводом компресора від газової турбини [1]: 1Ф – фільтр для повітря; 2X – конвертор розщиплення оксидів; 3,4X – топки; 5,6М – турбокомпресори 1 та 2 ступеня; 7X – газова турбина; 8X – редуктор; 9X – мотор-генератор; 10Т – проміжний холодильник; 11,12Р – котли-утилізатори; 13X – економайзер; 14Ф – поролітовий фільтр; 15X – змішувач повітря та аміаку; 16,17Т – підігрівачі повітря та аміаку; 18Р – окиснювач нітрозних газів; 19X – конвертор; 20Т – холодильник-конденсатор; 21К – абсорбційна колона.

Недоліками є високі капітальні витрати (витрати на природний газ, дорогі каталізатори), собівартість нітратної кислоти на 20 % вище, ніж у системах, що працюють за комбінованою схемою [4].

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Третій метод одержання – комбінований спосіб виробництва неконцентрованої нітратної кислоти, що одержав широкий промисловий розвиток.

Окиснення аміаку проводиться при атмосферному тиску, тому відділення конверсії оформлено так само, як у звичайних системах, що працюють при атмосферному тиску 0,1 МПа (на схемі воно не показано), абсорбція оксидів нітрогену здійснюється при підвищеному тиску 0,35 МПа. Концентрація нітратної кислоти складає 50 % [1].

Переваги даного методу – високий ступінь загальної конверсії аміаку, низька витрата платинового каталізатора 0,049 г/1т HNO_3 , простота в керуванні процесом, гарний ступінь очистки газів, що відходять (вміст оксидів нітрогену не більше 0,01 %).

Недоліком є мала потужність 148 т/добу, тоді як у системах, що працюють під загальним тиском 0,73 МПа – 348 т/добу; великі витрати електроенергії (246кВт·годину), що в 12 разів більше, ніж у системах під загальним тиском 0,73 МПа [4].

Наступний метод – виробництво неконцентрованої нітратної кислоти в системах, що працюють під загальним тиском 0,73МПа. Процес складається з наступних стадій:

- підготовка і компримування повітря;
- підготовка газоподібного аміаку;
- підготовка аміачно-повітряної суміші;
- контактне окиснення аміаку та охолодження нітрозних газів;
- абсорбція оксидів нітрогену;
- низькотемпературне селективне очищення хвостових газів від оксидів нітрогену і рекуперация енергії очищених хвостових газів.

										ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

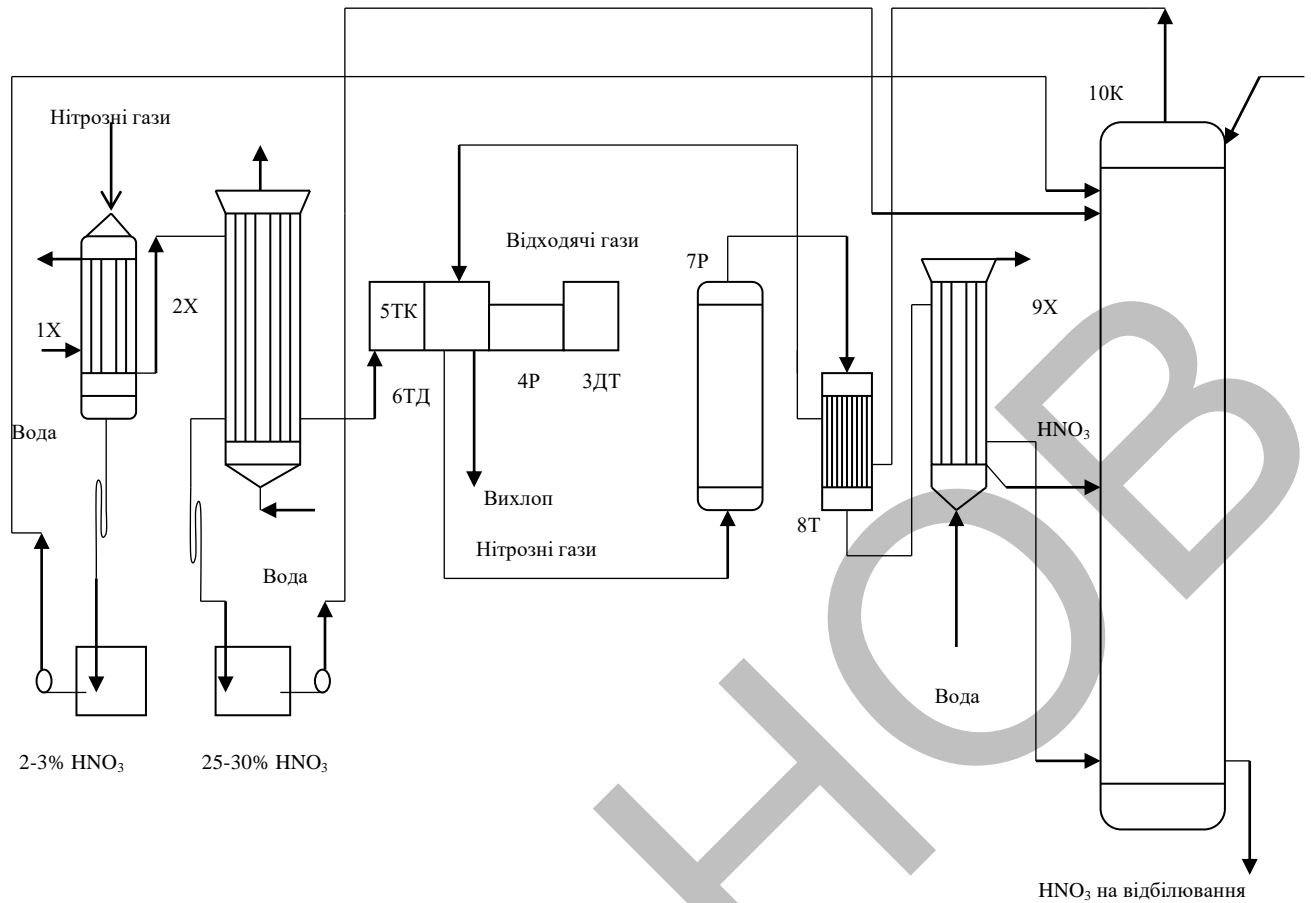


Рисунок 1.3 – Схема установки для отримання неконцентрованої нітратної кислоти за комбінованим способом [1]: 1X – швидкохідний холодильник; 2X – холодильник; 3ДТ – двигун турбокомпресора; 4Р – редуктор; 5ТК – турбокомпресор; 6ТД – турбодетандер; 7Р – окиснювач; 8Т – підігрівач газів, що відходять; 9X – конденсатор-окиснювач; 10К – абсорбційна колона.

Застосування такої схеми дозволяє одержувати 56-60 % розчин нітратної кислоти, продуктивністю 120-125 тис.т/рік. Схема була впроваджена в промисловість у 1968 році. У процесі окиснення аміаку до NO під тиском зростає питома кількість каталізаторних отрут, що приходяться на 1 г каталізатора, у порівнянні з процесом, що протікає при атмосферному тиску, тому в даній технологічній схемі передбачена ретельна очистка повітря, аміаку й аміачно-повітряної суміші.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ДП.12.01.ПЗ

Арк.

Недоліком даної схеми є: порівняно низький ступінь окиснення аміаку 96%, утрати платиноїдного каталізатора 0,14-0,16 г/1 т HNO₃ у порівнянні з 0,045-0,05г/1 т в системах, що працюють під атмосферним тиском.

Відмінною рисою даного агрегату є використання енергії стиснутих газів після абсорбційної колони і тепла реакції окиснення аміаку до NO, окиснення NO у NO₂ і тепла реакції відновлення хвостових нітрозних газів.

Порівняльна характеристика систем, що працюють під різним тиском представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика систем, що працюють під різним тиском

Найменування показників	Системи		
	під атмосферним тиском	комбіновані	під тиском 0,73 МПа
Концентрація кислоти, % (мас.)	45 – 49	47 – 49	56 – 58
Вміст оксидів нітрогену в газах, що відходять, % (об.)	0,1 – 0,15	0,11 – 0,16	0,005 – 0,03
Витратні коефіцієнти на виробництво 1 т кислоти			
Аміак (100 % NH ₃), кг	287 – 290	287 – 290	290
Платиновий каталізатор, г	0,0045 – 0,049	0,045 – 0,049	0,159
Вода на охолодження, м ³	150	180 – 200	150
Електроенергія на виробничі потреби, кВт/год	115	230 – 260	–

Огляд патентів за темою дипломного проекту представлено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Патентний пошук

Країни, по яких проведений пошук	Індекс патентної класифікації	Види використаних джерел	Глибина пошуку	Виявлені аналоги найменування та стисла характеристика винаходу
1	2	3	4	5
СРСР	С01В21/20	Патентний фонд ЗАТ «Азот»	1979-1981	А. с. СРСР 833482 від 30.05.1981. Спосіб одержання нітратної кислоти. Очищення газів від оксидів нітрогену шляхом абсорбції активованим вуглецевим волокном.

Продовження таблиці 1.1.

1	2	3	4	5
Російська Федерація	C01B21/40	http://ru- patent.info.ht ml	2000-2002	<p>Патент РФ 2184078 от 27.06.2002. Автор: Хаконов А.Н. Способ получения азотной кислоты включает окисление аммиака кислородом воздуха, охлаждение нитрозных газов с образованием конденсата азотной кислоты, подачу его на стадию абсорбции с получением неконцентрированной азотной кислоты с последующей ее отбелкой в продуктивной колонне. Конденсат азотной кислоты подают на отбелку и после охлаждения выбеленный конденсат и продувочные газы подают на стадию абсорбции охлажденных нитрозных газов. Технический результат состоит в увеличении концентрации продукционной азотной кислоты, снижении содержания оксидов азота в хвостовых газах.</p>
СРСР	C01B21/40	Патентний фонд ЗАТ «Азот»	1985-1986	<p>А. с. СРСР 1239093 від 23.06.1986. Спосіб одержання нітратної кислоти. З метою підвищення ступеня абсорбції використовують як твердий каталізатор сополімер стіролу з дівінілбензолом і трибутилфосфатом</p>
Україна	C01B	Патентний фонд ЗАТ «Азот»	2003-2005	<p>Патент України №7759 від 15.07.2005 C01B 21/40 Спосіб виробництва слабкої нітратної кислоти. Введення додаткового окислювача перед абсорбційною колоною дозволяє підвищити окисленість нітрозного газу з 79 % до 95% і концентрацію отриманої нітратної кислоти до 59-65%.</p>

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1.

1	2	3	4	5
Україна	C01B21/40	Патентний фонд ЗАТ «Азот»	2001-2003	Патент України 62699 від 15.12.2003. Спосіб одержання нітратної кислоти шляхом введення додаткової стадії і зміни порядку дії теплообміну, забезпечує можливість ефективного використання тепла нітрозного газу.
Україна	C01B21/40	Патентний фонд ЗАТ «Азот»	2004-2006	Патент України 63483 від 15.12.2006. Спосіб одержання нітратної кислоти. Введення додаткового повітря в холодильник-конденсатор для кращого окиснення монооксиду азоту та кислоутворення.

1.2 Обґрунтування вибраного способу

У результаті численних досліджень вдалося значно вдосконалити процес виробництва нітратної кислоти. До більших досягнень у цій області варто віднести застосування підвищених тисків, створення малих по об'єму, але потужних агрегатів, застосування штучного охолодження в абсорбційному відділенні виробництва нітратної кислоти, використання повітря, збагаченого киснем, що дозволяє підвищити швидкість всіх процесів виробництва нітратної кислоти.

Збільшення потужності агрегатів знижує питомі експлуатаційні витрати, а отже, і собівартість нітратної кислоти, що випускається, підвищення тиску інтенсифікує процес абсорбції, дозволяє зменшити об'єми устаткування і виробничих площ, значно знизити капітальні витрати.

У цей час найменші капітальні витрати характерні для систем, які працюють під тиском. При зведенні витрат енергії до нуля собівартість кислоти може бути найменшою в порівнянні з її собівартістю за іншими способами одержання нітратної кислоти [1].

								ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

В агрегаті по виробництву неконцентрованої нітратної кислоти серії УКЛ-7 окисленість нітрозного газу на вході в абсорбційну колону становить 65-80%. Низька окисленість, подаваного в абсорбційну колону нітрозного газу, є основною причиною високого вмісту оксидів нітрогену (0,12-0,15%) у хвостових газах, що відходять на селективне каталітичне очищення.

У даному дипломному проекті розглянутий метод виробництва – каталітичне окиснення аміаку киснем повітря з наступною абсорбцією оксидів нітрогену глибокознесоленою водою з одержанням неконцентрованої нітратної кислоти під тиском 0,73 МПа, каталітичним очищенням хвостових газів і рекуперацією енергії очищених хвостових газів.

1.3 Характеристика сировини та готової продукції

Основною сировиною для отримання нітратної кислоти є газоподібний аміак, повітря і вода. В окремих випадках для інтенсифікації виробництва розбавленої нітратної кислоти використовують технічний кисень [4].

Аміак NH_3 - безбарвний газ з різким специфічним запахом. При тиску 0,7-0,8 МПа легко перетворюється на рідину. З повітрям і киснем аміак утворює вибухонебезпечні суміші. Нижня межа вибухонебезпечної аміачно - повітряної суміші 15% (об'ємна частка), верхня межа 28% (об'ємна частка).

Гранично-допустима концентрація (ГДК) в повітрі робочої зони виробничих приміщень 20 мг/м³.

Молекулярна вага.....	17
Температура кипіння.....	-33,4 °С (239,6 К)
Температура плавлення кристаллогидрата $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	-79 °С (194 К)
Густина по повітрю при температурі 0°С (273 К)	
і тиску 0,1 МПа.....	0,697
Густина NH_3 (рідини) при температурі 24 °С (297 К).....	0,604 кг/л
Густина NH_3 (пара) при температурі 24 °С (297 К).....	7,564 кг/м ³
Тиск абсолютний при температурі 24 °С (297 К).....	9,915 кг/см ²

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ентальпія NH₃ (рідини) при температурі 24 °С (297 К).....126,94 ккал/кг
Ентальпія NH₃ (пара) при температурі 24 °С (297 К)..... 406,59 ккал/кг
Теплота паротворення при температурі 24 °С (297 К)..... 279,65 ккал/кг
Константа рівноваги іонізації при 18 °С (291 К)..... 1,8·10⁻⁵
рН при 18 °С (291 К)..... 11,77

Повітря – є сумішшю багатьох газів. Окрім кисню і азоту, утворюючого основну масу повітря, до складу нього входять в невеликій кількості благородні гази, діоксид вуглецю і водяні пари.

Склад повітря:

Азот

-по об'єму.....78,2%

-по масі.....75,5%

Кисень

-по об'єму.....20,9%

-по масі.....23,2%

Благородні гази

-по об'єму.....0,9%

-по масі.....1,3%

При температурі (-140 °С) 413 К і тиску близько 4 МПа повітря конденсується в безбарвну прозору рідину [4].

Маса 1 л повітря при 0 °С і нормальному атмосферному тиску... 1,293 г

Температура кипіння.....-190 °С (83 К)

Температура плавлення кисню.....-218,8 °С (54,2 К)

Густина сухого повітря при температурі 20 °С (293 К)..... 1,205 кг/м³

Теплоємність при температурі 20 °С (293 К)..... 0,240 ккал/кг·град

Вода - чиста вода є безбарвною прозорою рідиною.

Густина води під час переходу неї з твердого стану в рідкий не зменшується, як майже у всіх інших речовин, а зростає. При 277 К вода має максимальну густину, і лише при подальшому нагріванні її густина зменшується.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для живлення казанів – утилізаторів застосовується хімічно обчищена вода, що містить не більше 250 мг/л солей, у тому числі менш 100мг/л заліза і не зверху 50мг/л міді.

Молекулярна вага.....	18
Температура кипіння.....	100 °С (373 К)
Температура плавлення.....	0 °С (273 К)
Теплоємність.....	4,18 [Дж / (Г·К)]

Закис нітрогену N₂O – безбарвний газ із слабим приємним запахом і солодкуватим приємним смаком. Закис нітрогену не взаємодіє з водою, розчинами кислот, лугів і киснем. При високій температурі N₂O проявляє сильні окислювальні властивості. Густина N₂O при 298 К на лінії рівноваги газ-рідина 0,18 г/см³ для газу і 0,75 г/см³ для рідини.

Молекулярна вага.....	44
Температура при 760 мм рт.ст.	
- кипіння.....	-88,5 °С (184,5 К)
- плавлення.....	-90,8 °С (182,2 К)
Критична температура.....	36,5 °С (309,5 К)
Критичний тиск.....	7,17 МПа
Теплота випаровування.....	5,99 кал/моль
Теплота плавлення.....	1,555 кал/моль
Теплоємність при 1 атм	
-при 298 К.....	0,201 кал/(Г·град)
-при 299-376 К.....	0,892 кал/(Г·град)

Окисел нітрогену - NO - безбарвний газ, густина щодо повітря –1,037.

Під атмосферним тиском і при -151,8 °С перетворюється на безбарвну рідину. Окисел нітрогену схильний до реакцій окислення, відновлення і приєднання. Вона відноситься до всіх реакційноспособних речовин.

Молекулярна вага.....	30
Температура при 760 мм рт.ст.	

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кипіння.....	-151,8 °С (121,2 К)
- плавлення.....	-163,7 °С (109,3 К)
Густина при 293 К.....	1,340 г/см ³
Теплоємність при 0,1 МПа і 288 К.....	0,242 кал/(г·град)
Мольний об'єм при 273 К і 760 мм рт.ст.....	22,388 л
Критичний тиск.....	6,46 МПа
Критична температура.....	-92,9 °С (180,1 К)

Двоокис нітрогену NO₂ – газ червоно-бурого кольору із задушливим запахом, легко зріджується при тиску 0,1 МПа і температурі 293,7 К в червоно-бурій рідині. При температурі мінус (-10,8 °С) 262,2 К рідина твердне, утворюючи безбарвні кристали.

Молекулярна вага.....	46,01
Густина при 293 К.....	1,491 г/см ³
Критичний тиск.....	9,9 МПа
Критична температура.....	431,2 К
Температура при 760 мм рт.ст.	
- кипіння.....	293,7 К
-плавлення.....	263,7 К
Теплота випаровування.....	100 кал/г
Теплота плавлення.....	32,2 кал/г
Мольна теплоємність при 0,1 МПа	8,43 кал/(моль·град)

Азот газоподібний N₂ – безбарвний газ, що не має запаху і вельми мало розчинний у воді. Фізіологічно інертний. В молекулі азоту атоми зв'язані потрійним зв'язком. Він трохи легше за повітря: маса 1 л азоту рівна 1,25 г. Надає задушливу дію на організм людини при недоліку кисню.

Молекулярна вага.....	28
Температура кипіння.....	-195,8 °С (77,2 К)
Температура плавлення.....	-210,0 °С (63 К)
Густина	0,81 г/см ³

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

ДП.12.01.ПЗ

Енергія іонізації атома.....14,53 еВ

Енергія дисоціації.....945 кДж/моль

Природний газ – безбарвний, горючий, вибухонебезпечний.

Об'ємна частка метану – 77,0 - 98,7%. Головна складова частина природного газу – метан. Метан CH_4 – безбарвний легкий горючий газ, що не має запаху і майже нерозчинний у воді. Відноситься до числа горючих, пожаровибухонебезпечних газів. Метан горить синюватим або майже безбарвним полум'ям, виділяючи велику кількість теплоти (879 кДж/моль). Густина щодо повітря – 0,59. При високих концентраціях надає наркотичну дію.

Молекулярна вага.....16

Температура кипіння.....-161,5 °С (111,5 К)

Температура затвердіння.....-182,5 °С (90,5 К)

Розчинність газу в 100 мл води

-при 273 К.....5,5 мл

-при 293 К.....3,3 мл

Нітратна кислота HNO_3 – рідина жовтого кольору з їдким задушливим запахом. Густина продукційної 58%-ний HNO_3 при 293 К – 1,356 г/см³. Нітратна кислота – один з енергетичних окислювачів. На повітрі вона “димить” оскільки пари її утворюють з вологою повітря дрібні крапельки туману. Нітратна кислота не відрізняється міцністю. Вже під впливом світла вона поступово розкладається.

Молекулярна вага.....63,01

Густина при 288 К.....1,53 г/см³

Температура кипіння.....86 °С (359 К)

Температура плавлення.....-42,0 °С (231 К)

Теплота плавлення.....9,5 кал/г

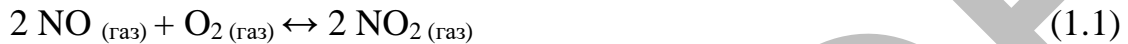
Теплота випаровування.....115 кал/г

Теплота розбавлення.....118,5 кал/г

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Фізико-хімічні основи виробництва

Переробка оксидів нітрогену в нітратну кислоту є складним процесом безперервного окислення NO до NO₂, утворення N₂O₃ і N₂O₄, взаємодії оксидів нітрогену (III) і (IV) з водою в газовій і рідкій фазах з утворенням нітритної і нітратної кислот:



Нітратна кислота розкладається з виділенням в газову фазу оксиду нітрогену (II), який повторно бере участь в новому циклі перетворень. Процес окислення оксиду нітрогену (II) киснем характеризується константою рівноваги, звичайно вираженою через парціальний тиск компонентів:

$$K_{I,29} = P_{\text{NO}}^2 / P_{\text{O}_2} P_{\text{NO}_2} \quad (I)$$

Значення $K_{I,29}$ (МПа) можна розрахувати по рівнянню Боденштейна:

$$\lg K_{I,29} = -5749/T + 1,75 \lg T - 0,005T + 1,844 \quad (II)$$

Рівновага реакції (1) при зниженні температури зміщається у бік освіти NO₂. В умовах рівноваги при температурах нижче 423К в газах присутній тільки NO₂, вище 873-973 К тільки NO. При збільшенні тиску рівновага зміщається у бік освіти NO₂.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По відношенню до процесу отримання нітратної кислоти окислення NO є лімітуючою стадією. У міру зниження концентрації оксиду нітрогену (II) і кисню швидкість окислення різко знижується. Для збільшення її, а отже, і для інтенсифікації всього процесу кислотоутворення, підвищують тиск, знижують температуру процесу, збільшують вміст кисню в нітрозном газі.

Окислення оксиду нітрогену (II) до NO₂ супроводиться протіканням рівноважних реакцій (2) і (3).

Рівновага між NO, NO₂, N₂O₄ і N₂O₃ встановлюється миттєво - для реакції (3) - протягом 10⁻⁴ сек, а для реакції (2) - за час менше 0,1 сек. Тому реальний нітрозний газ є рівноважною сумішшю оксидів (II), (III) і (IV).

Рівноважну концентрацію нітратної кислоти можна визначити по складу нітрозного газу.

Дані про рівновагу підтверджуються, що переробка оксиду нітрогену в кислоту може інтенсивно протікати до досягнення її концентрації 60-62% HNO₃.

При концентрації кислоти 65-68% процес кислотоутворення в звичайних умовах припиняється. Тому виходить сверхазеотропной нітратної кислоти (більше 68,4%) зв'язано з необхідністю повного окислення нітрозного газу, підвищення тиску і проведення процесу в більш жорстких температурних умовах.

Кінетика взаємодії оксидів нітрогену з водними розчинами нітратної кислоти у присутності кисню є складним масообмінним процесом, супроводжуваним хімічними реакціями в газовій і рідкій фазах, Швидкість взаємодії оксидів нітрогену з водою залежить від фізико-хімічних і гідродинамічних умов абсорбції.

Швидкість абсорбції нітрозного газу задовільно описується основним рівнянням масопередачі:

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V=K (\Delta P-P), \quad (III)$$

де V - швидкість поглинання оксидів нітрогену (в перерахунку на HNO_3), віднесена до площі сітчатої тарілки, $кг/(м^2 \cdot год)$;

P - фактор, що враховує протікання реакції і рівний $9,807 \cdot 10^2$ Па;

ΔP - середня рушійна сила процесу, Па.

Важливим чинником, що впливає на інтенсивність абсорбції, є ступенем окислення нітрозного газу, особливо при отриманні кислоти концентрацією більше 55-56%.

В промисловій практиці переробку оксидів нітрогену здійснюють при температурах 293-313 К. До концентрації нітратної кислоти, рівної 56%, ступені переробки оксидів нітрогену в кислоту завдяки збільшенню швидкості окислення NO і зсуву рівноваги реакції у бік освіти HNO_3 . При отриманні нітратної кислоти підвищеної концентрації спостерігається збільшення фізичної лімітувати жидкофазні реакції, і вплив температури набуває екстремального характеру.

Залежно від складу газу і умов переробки спостерігається деяке оптимальне значення температури, яке збільшується у міру зростання нітрозності газу, тиску і рівноважної концентрації HNO_3 .

Максимальний вплив на показники абсорбції надають висота переливу, діаметр отворів і площа вільного перетину сітчатої тарілки.

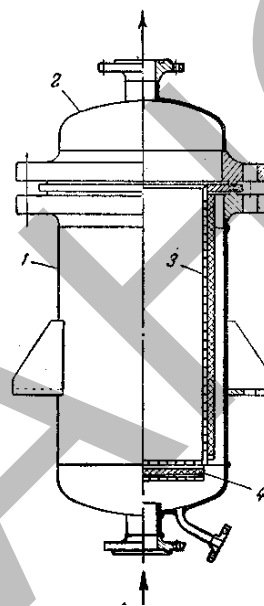
					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технологічна частина

2.1 Нові технічні рішення

З огляду науково-технічної літератури можна зробити висновок, що ступінь очищення сировини впливає не лише на швидкість отруєння платинового каталізатору, а й на ступінь окиснення аміаку і, таким чином, на весь процес одержання нітратної кислоти.

На рис. 2.1 зображений фільтр, що призначений для очищення газоподібного аміаку, нагрітого до 40-50 °С.



Аміак

Рисунок 2.1 – Фільтр газоподібного аміаку: 1 – корпус; 2 кришка; 3 – стакан з отворами; 4 – фільтрувальна тканина.

У корпусі 1 апарата вставлений стакан з отворами 3; зовнішня поверхня дна й стінок якого обтягнута фільтруючою тканиною 4. Ця тканина складається із двох шарів азбестового полотна, між якими перебуває шар азбестової вати, або із двох шарів фланелі, між якими прокладений фільтрувальний картон.

					ДП.12.01.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Цуканов Є.В.			Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перев.		Зубцов Є.І.							
Консульт.					СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм				
Н. Контр.									
Затв.		Суворін О.В.							
					Технологічна частина				

У нижній частині апарата є штуцер для спуску бруду, який залишається на дні. Аміак надходить в апарат знизу, проходить через фільтрувальну тканину й виводиться через верхній штуцер.

Навантаження на фільтр складає 50–60 м³ аміаку (при робочих температурі й тиску) на 1 м² фільтруючої поверхні за годину.

Фільтруючий картон в агрегатному аміачному фільтрі дуже швидко зволожується (зміст води в аміаку складає до 1%) і опір фільтра швидко зростає, так що робота агрегату стає неможливою. Кількість аміаку, який втрачається з домішками складає 66 кг на 1 т готової продукції.

З метою удосконалення стадії підготовки сировини в дипломному проекті пропонується заміна фільтру газоподібного аміаку на фільтр більш вдосконаленої конструкції (позиція 7Ф на технологічній схемі), загальний вид якого зображено на кресленні загального виду рисунок 2.2.

Перевагою фільтра з підігрівником аміаку є те, що за рахунок підвищення температури аміаку до 80⁰С зменшується його в'язкість від 12 до 8 Па*с [12], що дозволить в 3-4 рази зменшити втрати аміаку, який виводиться з циклу разом з домішками.

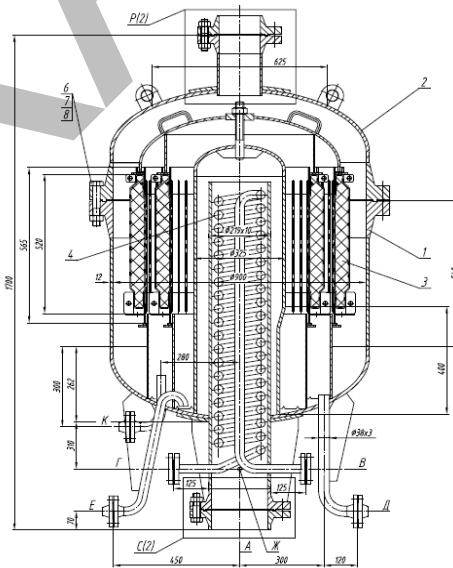


Рисунок 2.2 – Фільтр газоподібного аміаку удосконаленої конструкції

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

2.2 Опис технологічного процесу і розробка технологічної схеми

Технологічний процес виробництва неконцентрованої нітратної кислоти за схемою, яка працює під тиском 0,73 МПа, складається з наступних стадій:

- підготовка та компримування повітря;
- підготовка газоподібного аміаку;
- підготовка аміачно-повітряної суміші;
- окиснення аміаку та охолодження нітрозних газів;
- абсорбція оксидів нітрогену;
- низькотемпературне селективне очищення хвостових газів від оксидів нітрогену та рекуперація енергії очищених хвостових газів [5].

Підготовка та компримування повітря

Атмосферне повітря надходить на грубу та тонку очистку у фільтр *1Ф*, а потім на стиснення у газотурбинний агрегат *2ГТ*. Після відцентрового двукомпресорного нагнітача агрегату *2ГТ* повітря з температурою 413-453 К та тиском не більше 0,8 МПа направляється у змішувач *3ЗМ* на виробництво кислоти, у лінію нітрозних газів після підігрівача хвостових газів *4АТ* та продувну колону *5КЛ*. Це технологічне повітря. Інший потік – енергетичне повітря – направляється на власні потреби газової турбини.

Підготовка газоподібного аміаку

Рідкий аміак під тиском 1,2-1,4 МПа подається в міжтрубний простір випарювача *6ВП*, де випарюється із застосуванням пари під тиском не більше 1,6 МПа.

Після випарювача *6ВП* газоподібний аміак надходить у фільтр *7Ф*, де відбувається очистка від масла та механічних домішок (каталізаторного пилю) на скловолокні типу БВ-6/в. Аміак, що накопичується в нижній частині випарювача *6ВП*, забруднений маслом і механічними домішками, безупинно через шайбу діаметром 3-4 мм виводиться у сховище рідкого аміаку.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищений у фільтрі 7Ф газоподібний аміак подається у підігрівач газоподібного аміаку 8АТ, де підігрівається до температури 353-383 К паром під тиском не більше 0,5 МПа і подається на приготування аміачно-повітряної суміші в змішувач 33М.

Підготовка аміачно-повітряної суміші

Підготовка аміачно-повітряної суміші полягає в її готуванні, очищенні та виробляється в сполученому апараті-змішувачі з фільтром 33М, куди надходить стиснене повітря після нагнітача 2ГТ та підігрітий газоподібний аміак.

Температура аміачно-повітряної суміші на виході зі змішувача 33М повинна становити 443-503 К.

Об'ємна частка аміаку у аміачно-повітряній суміші повинна становити 9,7-10,7%.

Окиснення аміаку та охолодження нітрозних газів

Зі змішувача з фільтром аміачно-повітряна суміш надходить у контактний апарат 9АК.

Процес окиснення аміаку протікає при температурі 1153-1183 К на платинових каталізаторних сітках та на шарі неплатинового оксидного блочного каталізатора типу ИК-42-1.

При окисненні аміаку утворюються нітрозні гази, які складаються з оксидів нітрогену, парів води, кисню. Вихід оксиду нітрогену від окисненого аміаку повинен становити не менше 93,5 %.

Контактний апарат 9АК встановлений безпосередньо на казані-утилізаторі 10КУ. У нижню частину контактного апарату вбудований пароперегрівач утилізатора.

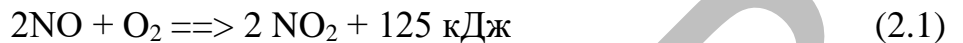
Після контактного апарату 9АК нітрозні гази проходять пароперегрівач і надходять у казан-утилізатор 10КУ.

У казані-утилізаторі 10КУ за рахунок тепла нітрозних газів та охолодження їх до температури 533-653 К відбувається випарювання поживної води. Пара, що утворилася, проходить пароперегрівач контактного апарату

										ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

9AK, установлений після каталізаторів під тиском не більше 1,6 МПа та температурою 503-523 К направляється в загальноцеховий колектор.

Нітрозні гази після утилізатора 10КУ надходять до окиснювача 11ОК, в об'ємі якого триває реакція окиснення оксиду нітрогену в діоксид нітрогену з одночасним підвищенням температури до 533-653 К:



Після окиснювача 11ОК нітрозні гази охолоджуються двома ступенями в підігрівачах хвостового газу 4АТ, 12АТ до температури 433-453 К та надходять у холодильники-конденсатори 13ХК, де відбувається їх охолодження оборотною водою, конденсація водяних парів, окиснення оксиду нітрогену в діоксид нітрогену та утворення нітратної кислоти з масовою часткою нітратної кислоти не нижче 40%.

Охолоджені до температури 338 К нітрозні гази після холодильників-конденсаторів 13ХК надходять під першу тарілку абсорбційної колони 14КЛ.

Нітратна кислота після холодильника-конденсатора 13ХК надходить на одну з 5 по 12 тарілки абсорбційної колони 14КЛ, тобто на тарілку з відповідною масовою часткою нітратної кислоти.

На доокиснення оксиду нітрогену NO в діоксид нітрогену NO₂ у колектор нітрозних газів подається додаткове повітря.

Абсорбція оксидів нітрогену

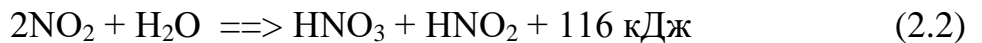
Абсорбція діоксиду нітрогену відбувається в абсорбційній колоні 14КЛ з 47 тарілками ситчатого типу. Нітрозні гази проходять послідовно всі тарілки абсорбційної колони знизу нагору.

Для зрошення абсорбційної колони 14КЛ на 45 або 46 тарілку подається попередньо охолоджена до температури не більше 308 К глибокознесолена вода.

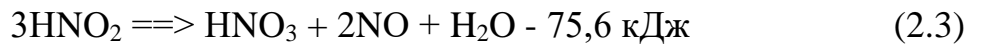
В абсорбційній колоні відбувається остаточне доокиснення оксиду нітрогену NO в діоксид нітрогену NO₂.

На тарілках абсорбційної колони 14КЛ діоксид нітрогену взаємодіє з водою з утворенням нітратної кислоти за реакцією:

										ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



Нітритна кислота як нестійка розпадається:



Нітратна кислота, що утворюється на верхній тарілці, перетікає по тарілках на нижчі тарілки, рухаючись назустріч потоку нітрозного газу. По мірі поглинання діоксиду нітрогену масова частка нітратної кислоти збільшується. На виході з абсорбційної колони 14КЛ масова частка HNO_3 в нітратній кислоті повинна становити не менше 58 %.

Тепло, що виділяється в процесі реакції, відводиться оборотною водою, яка проходить по зміювиках, що покладені на тарілках абсорбційної колони 14КЛ.

Об'ємна частка оксидів у хвостових газах після абсорбційної колони 14КЛ складає приблизно 0,15 %.

Об'ємна частка кисню повинна становити 1,7-3,5 %, інше – азот, вода.

Отримана в абсорбційній колоні 14КЛ нітратна кислота надходить у продувну колону 5КЛ на верхню із трьох тарілок ситчатого типу.

Під нижню тарілку подається повітря з нагнітача агрегату 2ГТ для віддувки оксидів нітрогену, які розчинені в нітратній кислоті.

Масова частка оксидів нітрогену, які розчинені в нітратній кислоті, не повинна перевищувати 0,15 %.

Нітратна кислота з масовою часткою нітратної кислоти не менше 58,0 % із продувної колони 5КЛ за рахунок тиску в системі видається у сховище кислоти та у відділення особо чистої нітратної кислоти.

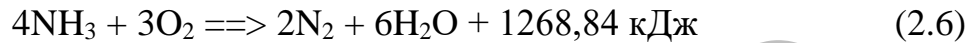
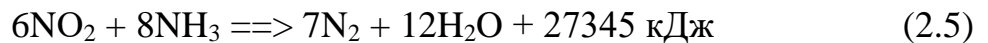
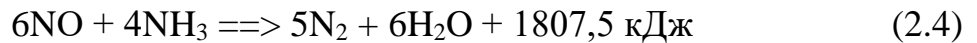
Селективне каталітичне очищення хвостових газів і рекуперація їх енергії

Хвостові гази після абсорбційної колони 14КЛ проходять послідовно два підігрівача хвостових газів 4АТ, 12АТ, де за рахунок тепла нітрозних газів підігріваються до температури відповідно 388-413 К та 493-573 К.

Підігрітий хвостовий газ, змішуючись з відбудованим реагентом – газоподібним аміаком, надходить у реактор селективної каталітичної очистки

										ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

15P, де на алюмованадієвому каталізаторі АВК-10М відбувається відновлення оксидів нітрогену за реакціями:



Газоподібний аміак подається безпосередньо в лінію хвостового газу. Витрата його становить 40-80 м³/год., виходячи зі співвідношення NH₃ : NO₂ = 0,95 - 1,2.

Очищені хвостові гази, змішуючись з повітрям, яке залишилося після технологічних витрат, надходять на залишковий підігрів до температури 913-973 К в універсальну камеру згорання турбини 16КЗ.

Підігрів очищених хвостових газів здійснюється прямим контактом з паливними газами, отриманими при зпалюванні природного газу в потоці повітря. У цій же камері 16КЗ відбувається термічне окиснення аміаку до молекулярного азоту за реакцією (2.6).

З метою мінімізації вмісту у вихлопних газах оксидів нітрогену та оксиду вуглецю у лінію повітря перед камерою згорання 16КЗ подається водяна пара в кількості до 1,5 т/год.

Після газотурбинного агрегату 2ГТ очищені хвостові гази надходять у казан-утилізатор зі сталевим економайзером 17КУ, де відбувається охолодження очищених хвостових газів поживною водою та виробляється перегріта пара під тиском не більше 1,6 МПа і температурою 503-523 К.

Очищені хвостові гази після казана-утилізатора 17КУ надходять у сталевий економайзер утилізатора для подальшого підігріву поживної води.

З температурою 453-463 К та масовою концентрацією оксидів нітрогену не більше 103 мг/м³, аміаку не більше 38 мг/м³, оксиду вуглецю не більше 125 мг/м³, хвостові гази викидаються в атмосферу через вихлопну трубу 18ТВ, довжина якої складає приблизно 150 м [5].

Норми технологічного режиму представлені у таблиці 2.1 [5].

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Норми технологічного режиму

Найменування стадії та потоків реагентів	Найменування параметру та одиниці виміру	Оптимальні значення
1. Аміачно-повітряна суміш в контактний апарат 9AK	Тиск, МПа, не більше	0,8
	Температура, К	443-503
	Об'ємна частка аміаку, %	9,7-10,7
2. Окиснення аміаку на каталізаторних сітках контактного апарату 9AK	Температура, К	1153-1183
	Ступінь конверсії аміаку, %, не менше	93,5
3. Азотоводнева суміш в контактний апарат 9AK	Тиск, МПа, не більше	0,8
4. Нітрозні гази після котла-утилізатора 10КУ	Температура, К	533-653
5. Нітрозні гази після окиснювача 11ОК	Температура, К	533-653
6. Нітрозні гази після підігрівача хвостових газів І ступеня 4АТ	Температура, К	493-553
7. Нітрозні гази після підігрівача хвостових газів ІІ ступеня 12АТ	Температура, К	443-453
8. Нітрозні гази після холодильників-конденсаторів 13ХК	Температура, К, не більше	338
9. Нітратна кислота після холодильників-конденсаторів 13ХК	Масова частка HNO ₃ , %, не менше	40
10. Азот у лінію азотоводневої суміші	Об'ємна витрата, м ³ /год, не більше	20

Основні правила планової зупинки технологічної частини агрегату УКЛ.

Планова зупинка агрегату УКЛ виробляється за письмовим наказом начальника цеху або його заступника.

1. Попередити про зупинку начальника зміни виробництва і старшого диспетчера підприємства.

2. Байпасною електросувкою на лінії повітря в універсальну камеру згоряння турбіни 16К3 розвантажити технологічну частину агрегату.

3. Зменшити об'ємну витрату аміаку в лінію хвостового газу перед реактором селективного каталітичного очищення 15Р.

4. Збільшити об'ємну витрату аміаку в змішувач 33М. Об'ємну частку аміаку в аміачно-повітряній суміші понизити до 9%.

5. При досягненні зазначеного навантаження по аміаку зупинити технологічну частину агрегату УКЛ.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Після закриття відсікачів та електрозасувки на лінії аміаку в змішувач *33М* перевести видачу газоподібного аміаку в мережу низького тиску. На лінії аміаку в змішувач *33М* установити заглушку.

7. Закрити вентиль на лінії газоподібного аміаку в лінію хвостових газів перед реактором селективного каталітичного очищення *15Р*.

8. Після зупинки технологічної частини агрегату УКЛ турбокомпресорний агрегат *2ГТ* залишити в режимі самохідності, а частоту обертання турбіни підтримувати регулятором швидкості.

9. Закрити клапан і вентиль на лінії подачі глибокознесоленої води на зрошення абсорбційної колони *14КЛ*.

10. Щоб уникнути гідроударів у сховищах складу кислоти при зниженні рівня кислоти в продувній колоні *5КЛ* до мінімального, закрити клапан і вентиля на лінії видачі кислоти з колони *5КЛ*.

11. Після продувки всієї системи повітрям зменшити витрату повітря в змішувач *33М* шляхом повного відкриття електрозасувки, пневматичного клапана і механічного вентиля на лінії повітря в лінію очищеного хвостового газу і вивести турбокомпресорний агрегат *2ГТ* з технологічного циклу шляхом закриття електрозасувки і здренувати кислоту, що залишилася, із трубопроводів і апаратів у дренажний бак.

Основні правила пуску устаткування в експлуатацію після його зупинки на ремонт.

Пуск агрегату УКЛ здійснюється змінним персоналом під керівництвом начальника зміни за розпорядженням начальника цеху або його заступника в наступній послідовності:

1. Виконання вимог основних положень по безпечному пуску відділення.
2. Приведення арматури у вихідне положення.
3. Прийом оборотної води.
4. Прийом пари під тиском не більше 1,6 МПа і під тиском не більше 0,5МПа.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5. Прийом хімічно очищеної води, пуск деаераторної установки й обкатування живильних насосів.
6. Підготовка до пуску казана-утилізатора *17КУ*.
7. Підготовка до пуску казана-утилізатора *10КУ*.
8. Прийом глибокознесоленої води й обкатування насосів подачі глибокознесоленої води на зрошення абсорбційної колони *14КЛ*.
9. Прийом азоту.
10. Продувка азотом колектора водню і прийом водню.
11. Продувка азотом колектора природного газу і прийом природного газу.
12. Продувка азотом колектора рідкого і газоподібного аміаку, колектора дренажу рідкого аміаку, відводів газоподібного і рідкого аміаку від колекторів.
13. Продувка азотом комунікацій і апаратури рідкого аміаку і газоподібного по кожному агрегату.
14. Пуск турбокомпресорного агрегату *2ГТ* та казана-утилізатора *17КУ*.
15. Набір тиску повітря в системі.
16. Закольцовка системи.
17. Включення в роботу вузла підготовки газоподібного аміаку.
18. Розпалювання контактного апарату *9АК* і пуск казана-утилізатора *10КУ*.
19. Набір навантаження і виведення агрегату на нормальний технологічний режим.

2.3 Матеріальні розрахунки

Згідно з ГОСТ 6221-90 рідкий аміак марки Ак відповідає наступним вимогам, наведеним в табл. 2.2

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.2 - Характеристика аміаку

Найменування показника	Значення показника
1. Масова частка аміаку, %, не менш, при визначенні води об'ємним методом.	99,6
2. Масова частка води, %, не більше - об'ємним методом	0,2-0,4
3. Масова концентрація масла, мг/дм ³ , не більше	2
4. Масова частка азоту, %, не менш	82
5. Масова концентрація заліза, мг/дм ³ , не більше	1
6. Масова концентрація загального хлору, мг/дм ³ , не більше	0,5
7. Масова концентрація диоксиду вуглецю, мг/дм ³ , не більше	20

Виходячи з заданої потужності виробництва 140000 т/рік годинна продуктивність по азотній кислоті складе:

$$140000/8376 = 16,72 \text{ т/год.}$$

де 8376 – ефективний фонд робочого часу виробництва згідно з графіком планово-попереджувальних ремонтів діючого виробництва.

Теоретична витрата аміаку для одержання такої кількості азотної кислоти визначається за сумарним рівнянням:



$$\frac{16,72 * 10^3 * 17}{63} = 4511,7 \text{ кг/год.}$$

Втрати аміаку в діючому виробництві складають 66,6 кг/т, при впровадженні запропонованого технічного рішення (втрати аміаку будуть складати в 4 рази менше, тобто $66,6/4 = 16,65$ кг/т або в перерахунку на годинну продуктивність $16,65 * 16,72 = 278,38$ кг/год.

Таким чином кількість аміаку, що подається на фільтрування складає

$$4511,7 + 278,38 = 4790,08 \text{ кг/год}$$

Об'ємна витрата аміаку:

$$4790,08/17 * 22,4 = 6311,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В аміаку міститься (табл. 2.2):

$$\text{води (0,3\% об.): } 6311,6 * 0,3/100 = 18,93 \text{ м}^3 = 20,29 \text{ кг/год.}$$

$$\text{масла (2 мг/дм}^3\text{, що дорівнює 2 г/м}^3\text{) } 6311,6 * 2 * 10^{-3} = 12,62 \text{ кг/год.}$$

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заліза (1,4 мг/дм³) $6311,6 * 1,4 * 10^{-3} = 8,84$ кг/год.

хлору (0,5 мг/дм³) $6311,6 * 0,5 * 10^{-3} = 3,2$ кг/год.

вуглекислого газу (20 мг/дм³) $6311,6 * 20 * 10^{-3} = 126,23$ кг/год.

Приймаючи ступінь очищення аміаку від масла, заліза і хлору 95% знайдемо склад шламу:

масла $12,62 * 0,95 = 11,99$ кг/год.

заліза $8,84 * 0,95 = 8,4$ кг/год.

хлору $3,2 * 0,95 = 3,04$ кг/год.

В очищеному газі буде вміщуватися:

масла $12,62 - 11,99 = 0,63$ кг/год.

заліза $8,84 - 8,4 = 0,44$ кг/год.

хлору $3,2 - 3,04 = 0,16$ кг/год.

Вищенаведені розрахунки зведені в таблицю матеріального балансу.

Таблиця 2.3 - Матеріальний баланс

Прихід				Витрата			
Компоненти	кг/год.	кг/т	% мас.	Компоненти	кг/год.	кг/т	% мас.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Технічний аміак, в т.ч.	4961,26	296,4193	100	1. Очищений газ, в т.ч.	4659,45	278,3744	100
аміак	4790,08	286,4871	96,65	аміак	4511,7	269,8402	96,934
залізо	8,84	0,528373	0,18	залізо	0,44	0,026523	0,010
масло	12,62	0,755217	0,25	масло	0,63	0,038389	0,014
хлор	3,2	0,188455	0,06	хлор	0,16	0,91017	0,004
вода	20,29	0,91017	0,31	вода	20,29	0,91017	0,327
вуглекислий газ	126,23	7,549382	2,55	вуглекислий газ	126,23	7,549382	2,712
				2. Шлам, в т.ч.	301,81	18,04565	100
				аміак	278,38	16,64689	92,249
				залізо	8,4	0,50185	2,781
				масло	11,99	0,717526	3,976
				хлор	3,04	0,179382	0,994
Разом	4961,26	296,4193		Разом	4961,26	296,4193	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.12.01.ПЗ					Арк.

2.4 Теплові розрахунки

В загальному вигляді рівняння теплового балансу для процесу фільтрації з підігрівом аміаку буде мати вигляд

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 \quad (2.8)$$

де Q_1 - тепло внесене технічним аміаком;

Q_2 – тепло, яке необхідно підвести з паром для нагріву аміаку від 40 до 80°С;

Q_3 – фізичне тепло видалене з очищеним аміаком;

Q_4 – фізичне тепло видалене із забрудненнями;

Так як кількість домішок в технічному аміаку досить незначна, то теплоємність потоку приймаємо на рівні теплоємності аміаку, тоді

$$Q_{1(4)} = \sum G_i C_{pi} T_i \quad (2.9)$$

де G_i – масова витрата і-го компонента, кг/с;

C_{pi} - питома теплоємність і-го компонента, кДж/(кг*К);

T_i – температура потоку, в якому міститься і-й компонент, К. Для періодичних процесів G_i замінюють на M_i і виражають у кг/операцію.

$$Q_1 = 4961,26 * 1,723 * 40 = 341930,04 \text{ кДж/год.}$$

де 1,723 – питома теплоємність аміаку, кДж/(кг*град).

$$Q_3 = 4659,45 * 1,723 * 80 = 642258,59 \text{ кДж/год.}$$

$$Q_4 = 301,81 * 1,723 * 80 = 41601,49 \text{ кДж/год.}$$

З рівняння теплового балансу визначимо кількість тепла, яку необхідно підвести з водяною парою:

$$Q_2 = Q_3 + Q_4 - Q_1 \quad (2.10)$$

$$Q_2 = 642258,59 + 41601,49 - 341930,04 = 341930,04 \text{ кДж/год.}$$

Питома витрата пари складе:

$$G_{\text{TH}} = Q_2 / r_{\text{вип}}^{\text{TH}}, \quad (2.11)$$

де $r_{\text{вип}}^{\text{TH}}$ – питома теплоємність і теплота пароутворення (конденсації) теплоносія (холодоагента)

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{пари}} = 341930,04/2698 = 12,7 \text{ кг/год} = 14,6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вище наведені розрахунки зведені в таблицю теплового балансу.

Таблиця 2.4 - Тепловий баланс

Прихід	кДж/год.	%	Витрата	кДж/год.	%
З технічним аміаком	341930,04	50,0	З очищеним аміаком	642258,59	93,9
З гріючою парюю	341930,04	50,0	Із домішками	41601,49	6,1
Разом	683860,08	100,0	Разом	683860,08	100

2.5 Вибір і розрахунок основного апарату

До установки приймаємо стандартний апарат, який виготовляється на заводі технічного машинобудування м. Суми. Фільтр газоподібного аміаку - призначений для очищення газоподібного аміаку, що надходить із випарника, від масла й механічних домішок. Постачений змійовиком для часткового підігріву аміаку парюю.

Тиск робочий в корпусі 1,5 МПа, Тиск у змійовику 1,5 МПа Температура в трубному просторі 183⁰С.

Діаметр 900 мм, висота 1950 мм, місткість 0,672м³, місткість змійовика 0,0052 м³, діаметр трубки 32х3,5 мм. матеріал сталь Х18Н10Т.

Розрахунок виконується для еліптичного днища, що працює під внутрішнім тиском [14].

Вихідні дані:

Тиск розрахунковий Р=1,5 МПа, 15 кгс/см²

Температура розрахункова Т=353 К

Матеріал: сталь 12Х18Р10Т

Допустиме напруження при 353 К [σ] = 980 кгс/см²

Внутрішній діаметр - 900 мм

Радіус кривизни днища у вершині R = D - для еліптичних днищ із Н=0,25D

Коефіцієнт міцності звареного шва - φ = 1 (для днищ виготовлених із цілої заготовки).

Товщину еліптичного днища розраховуємо по формулі:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		ДП.12.01.ПЗ
						Арк.

$$S_{1R} = \frac{pR}{2\phi[\sigma] - 0,5p} \quad (2.12)$$

$$S_1 \geq S_{1R} + C \quad (2.13)$$

де C - збільшення до розрахункової товщини днища, яке розраховується по формулі:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (2.14)$$

$C_1 = 0,1$ – збільшення на корозію для сталі 12Х18Н10Т;

$C_2 = 0,08$ см – збільшення на мінусової допуск;

$C_3 = 0,18$ см – технологічне збільшення.

$$C = 0,1 + 0,08 + 0,35 = 0,54 \text{ см}$$

$$S_{1R} = \frac{15 \cdot 90}{2 \cdot 1 \cdot 980 - 0,5 \cdot 15} = 0,69 \text{ см}$$

$$S_1 = 0,69 + 0,54 = 1,23 \text{ см}$$

Розрахунок еліптичної кришки приймаємо ідентичним розрахунку еліптичного днища.

Приймаємо товщину днища та кришки 14 мм.

Розрахунок циліндричної обичайки виконується для обичайки, що працює під внутрішнім тиском. Вихідні дані ті ж, що й для розрахунку еліптичного днища.

$$S_{2R} = \frac{pD}{2\phi_p[\sigma] - p} \quad (2.15)$$

$$S_2 \geq S_{2R} + C$$

Збільшення до розрахункової товщини стінки:

$$C = 0,54 \text{ см}$$

$$S_{2R} = \frac{15 \cdot 90}{2 \cdot 980 \cdot 0,9 - 15} = 0,77 \text{ см}$$

де 0,9 коефіцієнт міцності зварного шву.

$$S_2 = 0,77 + 0,54 = 1,31 \text{ см}$$

Приймаємо товщину циліндричної обичайки рівній товщині днища 14 мм.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Вибір технологічного обладнання

Основним обладнанням стадії окиснення аміаку киснем повітря є контактний апарат *9AK* [5]. Він призначений для окиснення аміаку на платиновому та неплатиновому каталізаторах. Кількість каталізаторних сіток – 9 шт. Кількість неплатинового каталізатора *ИК-42-1* – один шар, що має висоту блоків 50 мм, об'єм 110 дм³. Робочий тиск в апараті – 0,8 МПа, температура робоча – 1173 К. Діаметр 2200 мм, висота 7115 мм, об'єм 18 м³. Виготовляють зі сталі 12Х18Н10Т, шамотної цеглини, листового азбесту.

До допоміжного обладнання на стадії окиснення аміаку можна віднести [5]:

- змішувач із фільтром *33М*;
- казан-утилізатор *10КУ*;
- окиснювач *11ОК*;
- підігрівач хвостових газів I ступеня *4АТ*;
- підігрівач хвостових газів II ступеня *12АТ*.

Змішувач із фільтром *33М* призначений для змішення аміаку з повітрям і тонкого очищення аміачно-повітряної суміші від механічних домішок на ультратонкій ваті. Являє собою вертикальний апарат, що складається з двох частин: нижня частина – змішувач, верхня частина – фільтр тонкого очищення. Робочий тиск – 0,8 МПа, робоча температура – 543 К. Діаметр 1600 мм, висота 8740 мм, місткість 37,3 м³. Поверхня фільтрації 90 м². Кількість фільтруючих елементів – 144 шт. Матеріал змішувача із фільтром – сталь Х18Н10Т.

Казан-утилізатор *10КУ* призначений для утилізації тепла нітрозних газів після контактного апарату. Казан двоходовий з поворотними газовими камерами, що обігриваються парою. В казані-утилізаторі нітрозні гази охолоджуються до 533-653 К, при цьому відбувається процес окиснення оксидів нітрогену до діоксиду нітрогену на 27 %. Трубний простір: температура – 1173 К, робочий тиск – 0,8МПа, середовище – нітрозний газ. Міжтрубний простір: температура робоча – 376 К, середовище – вода. Парова частина: температура робоча – не

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більше 523 К, тиск робочий – не більше 1,6 МПа. Діаметр 2600 мм, довжина 11250 мм. Кількість трубок 469 шт., діаметр трубок 45×3 мм. Площа поверхні нагріву випарної частини дорівнює 354 м². Матеріал – сталь 20К [5].

Окиснювач із фільтром *11OK* призначений для доокиснення оксиду нітрогену до діоксиду нітрогену киснем в нітрозному газі і улавлювання платини з газової фази. Площа поверхні фільтрації 8 м². Температура робоча – 593 К, тиск робочий – 0,8 МПа. Діаметр 3200 мм, висота 9200 мм, місткість 59 м³. Матеріал – сталь 12Х18Н10Т.

Підігрівач хвостових газів I ступеня *4AT* призначений для підігріву хвостових газів гарячими нітрозними газами. Є горизонтальним кожухотрубчатим теплообмінником. Трубний простір: температура – 593 К, робочий тиск – 0,8 МПа, середовище – нітрозний газ. Міжтрубний простір: температура робоча – 653 К, робочий тиск – 0,8 МПа, середовище – хвостові газу. Діаметр 1400 мм, довжина 4964 мм. Площа поверхні теплообміну 234 м². Кількість трубок 765 шт., діаметр трубок 25×2 мм. Матеріал – титан ВТ-1-0.

Підігрівач хвостових газів II ступеня *12AT* призначений для підігріву хвостових газів нітрозними газами. Є вертикальним кожухотрубчатим теплообмінником. Трубний простір: робочий тиск – 0,8 МПа, середовище – хвостові газу. Міжтрубний простір: робочий тиск – 0,8 МПа, середовище – нітрозні газу. Діаметр 1400 мм, довжина 5748 мм, площа поверхні теплообміну 502 м³. Кількість трубок 1625 шт., діаметр трубок 25×2 мм. Матеріал – титан ВТ-1-0.

В таблиці 2.5 приведений перелік основного та допоміжного обладнання стадії окиснення аміаку.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Перелік основного і допоміжного обладнання [5]

Позначення апарата	Найменування обладнання	Призначення і коротка характеристика	Матеріал	Кількість
1	2	3	4	5
9AK	Контактний апарат	Призначений для окиснення аміаку киснем повітря на платиновому каталізаторі та неплатиновому каталізаторі ИК-42-1.	Сталь 12Х18Н10Т, шамотна цеглина, листовий азбест	1
33М	Змішувач із фільтром	Призначений для змішення аміаку з повітрям і тонкого очищення аміачно-повітряної суміші на ультратонкій ваті.	Сталь Х18Н10Т	1
10КУ	Казан-утилізатор	Призначений для утилізації тепла нітрозних газів.	Сталь 20К	1
11ОК	Окиснювач із фільтром	Призначений для окиснення оксиду азоту до діоксиду азоту киснем в нітрозному газі і улавлювання платини з газової фази.	Сталь 12Х18Н10Т	1
4AT	Підігрівач хвостових газів I ступеня	Призначений для підігріву хвостових газів гарячими нітрозними газами.	Титан ВТ-1-0	1
12AT	Підігрівач хвостових газів II ступеня	Призначений для підігріву хвостових газів нітрозними газами.	Титан ВТ-1-0	1
7Ф	Фільтр газоподібного аміаку	Призначений для очищення газоподібного аміаку, що надходить із випарника, від масла й механічних домішок (каталізаторного пилу). Тиск робочий в корпусі 1,5 МПа (15 кгс/см ²). Постачений змійовиком для часткового підігріву аміаку парою. Тиск у змійовику 1,5 МПа (15 кгс/см ²). Температура в трубному просторі 183 ⁰ С. Діаметр 900 мм, висота 1950мм, місткість 0,672м ³ , місткість змійовика 0,0052м ³ , діаметр трубки 32х3,5 мм.	сталь 20К сталь Х18Н10Т	1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.12.01.ПЗ	Арк.

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
8AT	Підігрівник газоподібного аміаку	<p>Призначений для підігріву газоподібного аміаку пором тиском не більше 0,5МПа (5 кгс/см²). Теплообмінник вертикального виконання. Площа поверхні теплообміну 7,3 м². Трубний простір: температура робоча 200⁰С, тиск робочий – 1,1 МПа (11,0 кгс/см²), середовище – газоподібний аміак. Міжтрубний простір: температура робоча 230⁰С, тиск робочий 0,5 МПа (5 кгс/см²), середовище – пара. Діаметр 600 мм, висота загальна 3850 мм, місткість трубної частини 0,23 м³. Кількість трубок 393 шт, довжина трубок 3000 мм, діаметр трубки 20x2мм.</p>	сталь 12X18Н10Т	
6ВП	Випарник аміаку	<p>Призначений для випару аміаку. Теплообмінник горизонтального виконання. Площа поверхні випару 6,7 м². Трубний простір: температура робоча 230⁰С, тиск робочий 1,6 МПа (16 кгс/см²), середовище – пара. Міжтрубний простір: температура робоча 30⁰С, тиск робочий 0,9-1,1 МПа (9-11 кгс/см²), середовище – рідкий аміак. Діаметр 1200мм, довжина 5388 мм, загальна довжина трубок 900мм, кількість трубок 106 шт, діаметр трубки 21x2мм. Місткість: трубного простору 0,5 м³, міжтрубного – 4,0 м³.</p>	сталь 09М2С сталь X18Н10Т	1

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
1Ф	Апарат очищення повітря	Призначений для очищення повітря від пилу на двоступінчатому фільтрі. Грубе очищення на лавсановому волокні. Площа поверхні фільтрації 100м ² . Тонке очищення на тканині Петрянова. Апарат секційний. Площа поверхні фільтрації 1980м ² . Розрідження не більше 2000 Па (200 мм вод.ст.). Робоча температура - навколишнього повітря. Висота 20000 мм, довжина - 11150 мм, ширина - 3215мм	Ст 3 Алюміній 12Х18Н10Т	1
2ГТ	Газовий технологічний турбокомпресор ГТТ-3М у тому числі: Осьовий компресор і турбіна (на одному валу) Редуктор Універсальна камера згоряння турбіни (УКЗТ) Нагнітач Повітроохолоджувач Маслоохолоджувач Маслобак Розгінний двигун ФАЗ-800 Рідинний регулятор ковзання Повітроохолоджувач розгінного двигуна	Призначений для стиску повітря з видачею електроенергії в мережу за рахунок використання енергії газів у газовій турбіні. Тиск робоче не більше 0,8МПа(8,0кгс/див ²) Температура робоча нагнітача – 140-180°С, турбіни – не більше 700°С. Максимальна потужність турбіни не більше 7250квт. Частота обертання: газової турбіни не більше 5160 хв ⁻¹ , розгінного двигуна ФАЗ-800 не більше 3000 хв ⁻¹ .	сталь ЭИ 802 сталь ЭИ 893 сталь ЭИ 726 сталь 2Х13 сталь 40 латунь, мідь, каолінова вата	1
Ia				
Iб				
Iв				
Iг				
Id				
Ie				
Ic				
IIa				
IIб				
IIв				

3 Контроль та автоматизація виробництва

3.1 Технічна структура автоматичної системи керування

Сучасні хіміко-технологічні процеси відрізняються високими швидкостями протікання технологічних процесів і хімічних реакцій, складними технологічними схемами, великою кількістю апаратів, складними умовами ведення процесу (високі температури і тиск). Виробництво нітратної кислоти крім того є неперервним і крупнотонажним; характеризується наявністю пожежо - вибухонебезпечних факторів, можливістю викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Керувати такими процесами, використовуючи застарілі засоби контролю і системи регулювання, забезпечуючи при цьому високі техніко-економічні показники (мінімальні витрати сировини, матеріалів та енергоресурсів, максимальний обсяг випуску продукції) і якість продукції, неможливо. Для цього в даному курсовому проекті запропоновано використовувати АСКТП на базі мікропроцесорного керуючого обчислювального комплексу (далі КОК) МСКУ-М [16].

Робочим режимом обраний режим безпосереднього цифрового керування. Працюючи в даному режимі, КОК виконує наступні функції: збір і обробку вимірювальної інформації, видачу технологічної інформації на пристрої контролю, формування керуючих впливів відповідно до заздалегідь заданих критеріїв оптимальності і видачу їх на виконавчі механізми.

У стандартній конфігурації МСКУ-М задіяні наступні блоки:

- РГ1 і РГ2 - блоки вхідних і вихідних гальванічних розв'язок. Основне призначення цих блоків полягає в захисті мікропроцесорного контролера від коротких замикань у схемах живлення датчиків і виконавчих механізмів;

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>			<i>Контроль та автоматизація виробництва</i>		
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>					
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

-АЦП і ЦАП - блоки аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворення сигналів;

- ЦІП - блок цифро-імпульсного перетворення сигналів;

-ЦДП і ДЦП - блоки цифро-дискретного і дискретно-цифрового перетворення сигналів;

- АЛГО - блок алгоритмічного перетворення сигналів.

- МСКУ-М - працює з уніфікованими струмовими сигналами.

Робоче місце оператора технолога (РМОТ) обладнане пристроями контролю (КК) (дисплеї, монітори екрани, принтери тощо), панелями ручного керування (РУ) (в оперативного персоналу завжди повинна бути можливість перевести технологічний процес з автоматичного режиму на ручний і навпаки) і схему сигналізації, яка, як правило, виконується на мнемосхемі виробництва.

Виробництво нітратної кислоти є пожежо-вибухо-небезпечним, для регулювання використовуються пневматичні клапани типу "МІМ". У зв'язку з тим, що вихідний сигнал МСКУ-М є електричним, то на виході КОК необхідно використовувати електропневматичні перетворювачі ЕПП-86.

При впровадженні АСКТП для керування виробництвом скорочується собівартість продукції за рахунок зниження затратних норм сировини, матеріалів, енергоресурсів на випуск одиниці продукції, збільшується продуктивність апаратів, підвищується якість продукції, полегшується робота оперативного персоналу за веденням технологічного процесу (скорочується кількість зайнятих у виробництві людей) [17].

3.2 Контроль основних технологічних параметрів процесу

Для керування технологічним процесом виробництва неконцентрованої нітратної кислоти оператор-технолог повинен мати можливість у будь-який момент часу одержати повну інформацію про хід процесу. Для цього в даному дипломному проекті запропоновано вимірювати і виводити в ЦПК і на КОК значення наступних технологічних параметрів:

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- концентрація оксидів нітрогену в очищених хвостових газах після казана-утилізатора *17КУ* (контролюється приладом QIR-1б, не більше 103 мг/м³);
- температура: аміаку в підігрівачі аміаку *8АТ* (контролюється приладом TIRA-2в, 353-383 К); реакційної суміші в контактному апараті *9АК* (контролюється приладом TIRA-3в, 1153-1183 К); нітрозних газів в підігрівачі хвостових газів *4АТ* (контролюється приладом TIR-4в, 493-553 К); нітрозних газів в холодильниках-конденсаторах *13ХК* (контролюється приладом TIR-5в, не більше 338 К); очищених хвостових газів після казана-утилізатора *17КУ* (контролюється приладом TIR-6в, 453-463 К);
- витрата: повітря в змішувач *33М* (контролюється приладом FIR-7в, 40000-64800 м³/год.); аміаку в змішувач *33М* (контролюється приладом FIR-8в, 4500-7500 м³/год.);
- рівень: рідкого аміаку в випарювачі аміаку *6ВП* (контролюється приладом LIRA-9б, 240-360 мм або 40-60 %); води в казані-утилізаторі *10КУ* (контролюється приладом LIRA-10б, 225-405 мм);
- тиск: газоподібного аміаку в випарювачі аміаку *6ВП* (контролюється приладом PIRA-11б, 0,8 МПа); природного газу, що подається до камери згоряння *16КЗ* (контролюється приладом PIR-12б, 0,9-1,1 МПа); тиск аміачно-повітряної суміші на вході до контактному апарату *9АК* (контролюється приладами PIR-13б, не більше 0,8 МПа) [5].

Для вимірювання концентрації оксидів нітрогену в очищених хвостових газах встановлюється хемілюміцентний аналізатор ET 909, який має на виході уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА. Далі сигнал подається на вторинний прилад А-542 і на КОК.

Для вимірювання температури в усіх випадках використовується термоелектричний перетворювач ТХК-0515. В основу роботи даної термопари покладений термоелектричний ефект. Якщо спай двох різнорідних провідників помістити в апарат, у якому необхідно виміряти температуру, то на вільних кінцях термопари з'явиться термо-ЕРС, яка пропорційна вимірюваній

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

температурі. За величиною термо-ЕРС визначають значення температури. Вихідний сигнал термопари неуніфікований, тому їх використовують у комплекті з нормуючими перетворювачами Ш-78.

Для вимірювання витрати в усіх випадках використовується метод змінного перепаду тиску. У трубопроводі, по якому транспортується потік, встановлюється звужувальний пристрій (діафрагма типа ДКП), на якому при протіканні потоку створюється перепад тиску (вимірюється дифманометром типу "Сапфир 22ДД"). Вихідний сигнал даного приладу є струмовим уніфікованим. За величиною перепаду тиску визначають значення витрати.

Для вимірювання рівня використовується буйковий рівнемір "Сапфир 22 ДУ". Чутливим елементом рівнеміра є буйок, який виготовляється з нержавіючої сталі і встановлюється безпосередньо в апарат. В основу роботи рівнеміра покладений закон Архімеда. При зміні рівня в апараті змінюється висота занурення буйка в робочу рідину. При цьому змінюється сила, яка виштовхує буйок, а отже змінюється його вага. Вимірювальна схема перетворює зміну ваги буйка в уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА, який подається на вторинний прилад А-542 із пристроєм сигналізації і на КОК.

Для вимірювання тиску використовують вимірювальний перетворювач тиску "Сапфир 22 ДИ". В основу роботи даного перетворювача покладено тензометричний принцип. Він має уніфікований струмовий вихідний сигнал 4-20 мА. Вторинним приладом служить міліамперметр А-542 із пристроєм сигналізації (у тих випадках, коли це необхідно).

Проходження уніфікованого струмового сигналу від датчиків по блоках МСКУ-М має наступну послідовність. Вихідний сигнал датчика поступає на перетворювач (якщо він необхідний), а далі через вхідну гальванічну розв'язку РГ1 і аналого-цифровий перетворювач подається в блок АЛГО. У блоці АЛГО проходить первинна обробка технологічної інформації і вироблення керуючих впливів на процес. Керуючі впливи і вимірювальна інформація з блоку АЛГО

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.12.01.ПЗ					

через блок ЦАП і вихідну гальванічну розв'язку РГ2 виводяться на пристрої контролю (КК), розташовані на робочому місці оператора технолога (РМОТ).

У випадку, якщо ведеться регулювання, з панелей ручного керування (РУ) сигнал через електропневматичний перетворювач подається на виконавчий механізм.

Якщо необхідно сигналізувати відхилення параметра від норми, то сигнал із блоку АЛГО, через ЦДП виводиться в схему сигналізації [15].

3.3 Регулювання параметрів технологічного процесу

Для того, щоб вести процес виробництва неконцентрованої нітратної кислоти в умовах, близьких до оптимальних, у даному дипломному проєкті запропоновані наступні системи автоматичного регулювання.

Температура аміаку в підігрівачі аміаку 8АТ стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР температури за рахунок зміни витрати пари під тиском 0,5 МПа, що подається в підігрівач. Регулюючий клапан (поз. 2д) розташований на лінії подачі пари до підігрівача.

Витрата повітря в змішувач 33М стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР витрати. Регулюючий клапан (поз. 7д) розташований на лінії подачі повітря до змішувача.

Витрата аміаку в змішувач 33М стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР витрати. Регулюючий клапан (поз. 8д) розташований на лінії подачі аміаку до змішувача.

Рівень рідкого аміаку в випарювачі аміаку 6ВП стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР рівня. Регулюючий клапан (поз. 9г) розташований на лінії подачі рідкого аміаку до випарювача.

Рівень води в казані-утилізаторі 10КУ стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР рівня. Регулюючий клапан (поз. 10г) розташований на лінії подачі деаерованої води в казан-утилізатор.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тиск газоподібного аміаку в випарювачі аміаку *6ВП* стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР тиску. Регулюючий клапан (поз. 11г) розташований на лінії подачі пари під тиском 1,6 МПа до випарювача [5].

3.4 Сигналізація і блокування процесу

Для повідомлення оперативного персоналу про відхилення технологічного процесу від норми в даному проекті запропонована схема автоматичної сигналізації, яка спрацьовує в наступних випадках:

- мінімальна температура в підігрівачі аміаку *8АТ* (353 К);
- максимальна температура в контактному апараті *9АК* (1183 К);
- мінімальний рівень (120 мм або 20 %) і максимальний рівень (480 мм або 80 %) рідкого аміаку в випарювачі аміаку *6ВП* ;
- мінімальний рівень (215 мм) і максимальний рівень води (415 мм) в казані-утилізаторі *10КУ* ;
- мінімальний тиск газоподібного аміаку в випарювачі аміаку *6ВП* (0,73МПа) [5].

Прилади і засоби автоматизації, які використані в даному дипломному проекті приведені в таблиці 3.1 [16].

Таблиця 3.1 – Відомість приладів

№ поз.	Технологічний параметр	Найменування і тип приладу	Технічна характеристика
1	2	3	4
1а	Концентрація оксидів азоту в очищених хвостових газах після казана-утилізатора 17КУ	Хемілюмісцентний газоаналізатор ЕТ-909	Клас точності 2; Шкала 0-0,5 %
1б	Концентрація оксидів азоту в очищених хвостових газах після казана-утилізатора 17КУ	Вторинний прилад А-542	Клас точності 0,5; Шкала 0-100 %

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
2а, 3а, 4а, 5а, 6а	Температура: - аміаку в підігрівачі аміаку 8АТ;	Термоелектричний перетворювач ТХК-0515	Клас точності 3; Шкала 0-1000 °С
2б, 3б, 4б, 5б, 6б	- суміші в контактному апараті 9АК;	Нормуючий перетворювач Ш-78	Клас точності 0,5; Вихідний сигнал 4-20 мА
2в, 3в, 4в, 5в, 6в	- нітрозних газів в підігрівачі хвостових газів 4АТ;	Вторинний прилад А-542 із пристроєм сигналізації	Клас точності 0,5; шкала 0-1000 °С
2г	- нітрозних газів в холодильниках- конденсаторах 13ХК;	Електропневматичний перетворювач ЕПП-63	Клас точності 1,0; Вих. сигнал 0,02-0,1 МПа
2д	- хвостових газів після казана-утилізатора 17КУ	Мембранний виконавчий механізм МИМ	Тип НЗ
7а, 8а	Витрата: - повітря в змішувач 33М;	Діафрагма камерна ДКП	Клас точності 0,1
7б, 8б	- аміаку в змішувач 33М	Дифманометр «Сапфир 22ДД»	Клас точності 0,5; ΔP = 63 кПа; Р = 5 ати
7в, 8в		Вторинний прилад А-542	Клас точності 0,5; 0-100 м ³ /с
7г, 8г		Електропневматичний перетворювач ЕПП-63	Клас точності 1,0; Вих. сигнал 0,2-1 кгс/см ²
7д, 8д		Мембранний виконавчий механізм тип МИМ	Тип НЗ
9а, 10а	Рівень: - аміаку в випарювачі	Рівнемір буйковий «Сапфир 22ДУ»	Клас точності 0,5; Діапазон 0-1500 мм
9б, 10б	6ПВ;	Вторинний прилад А-542 із пристроєм сигналізації	Клас точності 0,5; Шкала 0-100 %
9в, 10в	- води в казані- утилізаторі 10КУ	Електропневматичний перетворювач ЕПП-63	Клас точності 1,0; Вих. сигнал 0,2-1 кгс/см ²
9г, 10г		Пневматичний виконавчий механізм МИМ	Тип НЗ
11а, 12а, 13а	Тиск: - аміаку в випарювачі	Вимірювальний перетворювач тиску «Сапфир 22ДИ»	Клас точності 0,5; Діапазон вимірювання 0-1,2 МПа
11б, 12б, 13б	- природного газу на вході до камери згоряння 16КЗ;	Вторинний прилад А-542 із пристроєм сигналізації	Клас точності 0,5; Шкала 0-1,2 МПа
11в	- аміачно-повітряної суміші на вході до контактного апарату 9АК	Електропневматичний перетворювач ЕПП-63	Клас точності 1,0; Вих. сигнал 0,02-0,1 МПа
11г		Мембранний виконавчий механізм МИМ	Тип НЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.12.01.ПЗ

Арк.

4 Охорона праці

Охорона праці – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Основними складовими частинами охорони праці є трудове законодавство, техніка безпеки, виробнича санітарія і протипожежна техніка. Трудове законодавство регламентує питання трудового права; техніка безпеки і виробнича санітарія направлені на забезпечення здорових і безпечних умов праці; протипожежна техніка є системою заходів щодо попередження пожеж і боротьби з ними.

Численні і різноманітні технологічні процеси хімічної промисловості засновані на використанні високих температур, високого і надвисокого тиску, вибухо- і пожежонебезпечних і токсичних речовин в різноманітних агрегатних станах. Для забезпечення сприятливих і безпечних умов праці працюючих необхідне застосування принципово різних технічних прийомів і способів захисту, створення нової техніки і технології, що забезпечують оптимальні умови праці.

4.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, вибухо- і пожежонебезпечність речовин які вживаються і отримуються на виробництві, що проектується.

У виробництві нітратної кислоти речовини, стадія підготовки амоніаку, які застосовують та одержують, а також їх характеристики представлені в табл. 4.1 і 4.2.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Охорона праці</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>					
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>					
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

Таблиця 4.1 – Основні фізико-хімічні властивості речовин

№ п/п	Назва сполуки Систематична номенклатура	Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан за н.у.	Температура кипіння	Температура плавлення	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Нітрогеноводнева суміш, у т.ч. -водень	H ₂	H – H	газ	-252,8	-259,2	75% об.
	-нітроген	N ₂	N ≡ N	газ	-195,8	-210,0	25% об.
2.	Повітря, у т.ч. - кисень	O ₂	O = O	газ	-182,9	-218,8	21% об.
	- нітроген	N ₂	N ≡ N	газ	-195,8	-210	79% об.
3.	оксид нітрогену	NO	N = O	газ	-163,6	-151,8	
4.	диоксид нітрогену	NO ₂	O = N = O	газ	21,15	-11,2	
5.	нітратна кислота	HNO ₃	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{O} - \text{N} \\ \\ \text{O} \end{array}$	рідина	82,6	-41,6	
6.	аміак	NH ₃	$\begin{array}{c} \text{H} \\ / \\ \text{N} - \text{H} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	газ	-33,5	-77,8	
7.	Каталізатор, у т.ч. - оксид заліза	Fe ₃ O ₄	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{Fe} \\ \backslash \\ \text{O} \\ / \\ \text{Fe} \\ \backslash \\ \text{O} \\ / \\ \text{Fe} \\ // \\ \text{O} \end{array}$	тверда речовина	-	1565	викори- стовує- ться у
	- платина	Pt		тверда речовина	3800	1769	вигляді пакету сіток

Таблиця 4.2 – Характеристика токсичності

№ п/п	Сполука	Клас шкідливості	Характер дії на організм людини	Гранично припустима концентрація в повітрі, мг/м ³			Засоби індивідуального захисту
				Робоча зона	Населений пункт		
					Максимальна разова	Середньодобова	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	NO	2	Викликає загальну слабкість, запаморочення, оніміння ніг, при сильних отруєннях – нудоту, уповільнені дії, можливий смертельний результат.	2,0 (у перерахунку на NO ₂)	0,6	0,06	Фільтруючий протигаз марки «В»
2.	NO ₂	2	Викликає загальну слабкість, запаморочення, оніміння ніг, при сильних отруєннях – нудоту, уповільнені дії, можливий смертельний результат.	2,0	0,085	0,04	Фільтруючий протигаз марки «В»
3.	HNO ₃	3	Отрутна, викликає важкі опіки шкіри, слизових оболонок; пари дратують дихальні шляхи.	5,0	0,4	0,4	Фільтруючий протигаз марки «В»
4.	N ₂	-	Нетоксичний газ, однак, в атмосфері нітрогену людина гине через нестачу кисню (менш 18%)	-	-	-	-
5.	NH ₃	4	Викликає гостре подразнення слизових оболонок, сльозотечу, опіки слизових оболонок, ядуху; рідкий аміак обпікає шкіру.	20	0,2	0,04	Фільтруючий протигаз марки «КД» або «М»

Показники вибухо- і пожежебезпеки приведені в таблиці 4.3[18].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.12.01.ПЗ	Арк.

Таблиця 4.3 – Показники вибухо- і пожежебезпеки

№ п/п	Сполука	Температура спалаху, °С	Температура самозапалення, °С	Межі розповсюдження полум'я, концентраційні				Температурні межі спалахування, °С	
				г/м ³		% об.		нижній	верхній
				нижній	верхній	нижній	верхній		
1.	аміак	-	650			15	28		
2.	Нітрогеноводнева суміш, у т.ч. - нітроген - водень	- -	- 510	-	-	- 4,0	- 75	-	-

4.2 Небезпечні і шкідливі виробничі чинники на проєктованому виробництві

Виробництво нітратної кислоти характеризується наявністю наступних небезпек.

Каталізаторний пил – пил каталізатора АВК-10М має подразнюючу дію на органи подиху. Тривале вдихання великих концентрацій каталізаторного пилу може викликати захворювання легенів – алуміноз. Гранично допустима концентрація оксиду алюмінію – 6 мг/м³.

Скловолокло, скловата, склосітка – використовуються в якості фільтруючих матеріалів для очищення рідкого аміаку від забруднюючих домішок. Скляні ворсинки при влученні на тіло людини викликають подразнення, іноді алергійні реакції.

Нітрит амонію – є вибухонебезпечною речовиною. Хімічно чистий нітрит амонію являє собою безбарвні, нечітко виражені кристали, здатні розкладатися з вибухом. Він може утворюватися у вигляді аерозолів й у вигляді відкладень на стінках апаратів і трубопроводів при проскакуванні аміаку через каталізаторні сітки.

Твердий кристалічний нітрит амонію гігроскопічний, легко розчиняється у воді й сутужніше в спирті. Забруднений нітрит амонію дуже нестійкий, він

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.12.01.ПЗ

поступово розкладається з утворенням води, нітрогену й інших продуктів. Це розкладання протікає швидше при підвищенні температури, а при 50°C можливий вибуховий розпад. У температурному інтервалі (60-70°C) може лишатися якийсь час без змін, однак у певний момент раптово вибухає.

Пар і гарячі рідини – при зіткненні з неізольованими поверхнями гарячих трубопроводів з температурою стінки більше 45°C, що обігрівають апаратами, при розриві парових комунікацій можуть бути отримані термічні опіки. Перша допомога - при невеликих по площі опіках I і II ступеню накласти на обпалену ділянку шкіри стерильну пов'язку й направити потерпілого в лікувальну установу. При важких і великих опіках потерпілого необхідно загорнути в чисту тканину, не роздягаючи його, укрити потепліше, напоїти теплим чаєм і створити спокій до прибуття лікаря.

Механізми, що рухаються і обертаються, частини механізмів (вали, муфти, зчеплення й т.д.) при відсутності огорожень і необережному поводженні можуть спричинити травми, переломи, вивихи, що супроводжуються кровотечами.

Шум – основними джерелами шуму в цеху є працюючі турбокомпресорні агрегати ГТТ-3М и насоси. Шкідлива дія шуму відображається на органах слуху. Тривалий вплив шуму на органи слуху людини без їхнього захисту можуть привести до професійної приглухуватості. Приглухуватість приводить до прогресуючого зниження слуху, аж до його повної втрати.

Електробезпечність – виробничі приміщення відносяться до приміщень із підвищеною небезпекою у зв'язку з наявністю струмопровідних підлог, залізобетонних конструкцій, металоконструкцій. Застосовуються різні величини напруг і сила струму. Сила струму 0,05А – небезпечна, а 0,1А – смертельна для людини.

Поява статичної електрики у виробництві може відбуватися при перекачуванні рідин або газів, які можуть електризуватися, а також на ізольованих провідниках. Захист від нагромадження статичної електрики

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДП.12.01.ПЗ</i>					

здійснюється шляхом заземлення обладнання. Поява статичної електрики при виробництві азотної кислоти може бути на :

- вентиляторів;
- насосів;
- газодувка.

Перша допомога - звільнити потерпілого від зіткнення зі струмоведучими частинами, вживши заходів, що забезпечують, при необхідності безпека падіння потерпілого з висоти. Укласти, звільнити від одягу, що стискує. При необхідності зробити штучне дихання. Викликати медичну допомогу.

4.3 Класифікація і категорія проєктованого виробництва, приміщень.

Класифікація відділень і зовнішніх установок по вибухопожежебезпеці, електроустаткуванню і санітарній характеристиці представлена в табл. 4.4

Таблиця 4.4 – Класифікація відділень і зовнішніх установок виробництва нітратної кислоти за вибухо- та пожежебезпекою, електрообладнанням і за санітарною характеристикою

Найменування цеху, відділення, установки	Категорія приміщень по вибухопожежебезпеці відповідно з ОНТП 24-86	Категорія технологічних блоків за рівнем вибухопожежебезпеки відповідно ОПВ-88	Класифікація приміщень і зовнішніх установок по електроустаткуванню (ПУЕ-86)		Група виробничого процесу по санітарній характеристиці відповідно Сніп 2.09.04
			Клас приміщення	Категорія і група вибухопожежезпечних сумішей	
Цех виробництва слабкої нітратної кислоти					
Відділення компресії	Г	3	-	-	ШБ
Відділення конверсії	Б	3	V-1м	IIA-T	ШБ
Відділення абсорбції	Д	3	-	-	ШБ
Насосне відділення	Д	-	-	-	ШБ
Склад нітратної кислоти	Д	-	-	-	ШБ

Клас по санітарній характеристиці – I [9].

Ширина санітарної зони - 1000 м .

Роботи, що виконуються у виробничих приміщеннях, відносяться до 1 категорії – «легка фізична». Нормальні метеофактори в робочій зоні для даної категорії робіт представлені в табл. 4.5.

Таблиця 4.4 – Допустимі метеофактори в зоні виробничих приміщень

Параметри	Періоди року	
	холодний	теплий
1. Температура повітря, К	289 – 297	293 - 296
2. Вологість повітря, %	60 – 40	60 – 40
3. Швидкість руху повітря, м/с	0,03	0,03

4.4 Заходи щодо запобігання прояву шкідливих виробничих факторів

4.4.1 Вентиляція і опалення

Так як обладнання виробництва слабкої нітратної кислоти знаходиться на відкритій площадці, то розрахунок проводиться для хімічної лабораторії, габаритні розміри якої становлять: довжина - 17 м, ширина - 6 м, висота - 3,6 м.

4.4.1.2 Вентиляція виробничого приміщення

Кратність повітрообміну в лабораторії повинна бути від 6 до 10. Кількість повітря (м³), яке необхідно подати в приміщення визначається по формулі:

$$W = K * V, \text{ м}^3 / \text{годину} \quad (4.1)$$

де K – кратність повітрообміну, год⁻¹, приймаємо K=6 год⁻¹;

V – об'єм приміщення, м³

$$V = a \cdot b \cdot h,$$

де a, b, h - відповідно довжина, ширина, висота приміщення.

$$V = 17 \cdot 6 \cdot 3,6 = 357 \text{ м}^3$$

$$W = 6 \cdot 357 = 2142 \text{ м}^3/\text{годину}$$

Вибираємо вентилятор відцентровий типу В-Ц4-70 (1-е виконання) для продуктивності 2800 м³/годину, т [аблиця 15, 19]

Номер вентилятора - 4

Напір, мм. вод. ст. - 45

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Частота обертання, об./хвилину - 1500

Електродвигун

- тип - 4 А 71 В 4

- потужність, кВт - 0,75

Хімічна лабораторія обладнана двома витяжними шафами.

Кількість повітря, що видаляється від кожної витяжної шафи, визначається по формулі:

$$W_{ш} = F * V_{ш} * 3600, м^3 / годину \quad (4.2)$$

де F – площа робочого отвору; для витяжної шафи довжиною 1 м дорівнює 0,4 м²;

$V_{ш}$ – швидкість руху повітря, що подається в отвір шафи, (приймаємо для речовин 2-го класу небезпеки 0,6 м/с.

$$W_{ш} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot 3600 = 864 м^3 / годину$$

Продуктивність вентилятора для витяжної шафи визначається за формулою:

$$L = W_{ш} * k, м^3 / годину$$

де k – коефіцієнт підсмоктування повітря через нещільності; приймається рівним 1,15.

$$L = 864 \cdot 1,15 = 993,6 \cdot 2 = 1987,2 м^3 / год$$

де 2 – кількість витяжних шаф, шт.

Тип вентилятора підбирається [19].

Вентилятор відцентровий типу В-Ц4-70 (1-е виконання) для продуктивності 2800 м³/годину, т[аблиця 13, 19].

Номер вентилятора - 4,00

Напір, мм. вод. ст. - 45

Частота обертання, об./хвилину - 1500

Електродвигун

- тип - 4 А71У4;

- потужність, кВт - 0,75.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.1.2 Опалення хімічної лабораторії

Розрахункова витрата теплоти на опалення хімічної лабораторії може бути визначена за формулою [19]:

$$Q_0 = q \cdot F \cdot (1 + K), \text{ Вт}$$

де q - укрупнений показник максимальної витрати теплоти на опалення 1 м^2 площі приміщення; для Сіверсько-Донецького басейну за розрахункової зовнішньої температури в зимовий період мінус 20°C $q=152 \text{ Вт/м}^2$;

F - площа приміщення, м^2 ;

K - коефіцієнт, що враховує витрату теплоти на опалення; (приймається рівним 0,34);

$$Q_0 = 152 \cdot 102 (1 + 0,34) = 20775 \text{ Вт}$$

Площа поверхні опалювальних приладів, визначається за формулою:

$$H = \frac{Q}{506} = \frac{20775}{506} = 41,06 \text{ екм}$$

де екм – еквівалентний квадратний метр – площа поверхні нагріву приладу, яка віддає 506 Вт теплоти за різниці середньої температури теплоносія і температури повітря в приміщенні, що дорівнює $64,5^\circ \text{C}$, $1 \text{ екм} = 0,82 \text{ м}^2$

$$H = 0,82 \cdot 41,06 = 33,7 \text{ м}^2$$

Відповідно до рекомендацій [19] як опалювальні прилади застосовуються радіатори марки М-140 А, площа поверхні нагрівання однієї секції $0,254 \text{ м}^2$ у кількості $33,7/0,254 = 132$ шт.; приймаємо кількість радіаторів -13 у кожному розташовано по 10 секцій.

4.4.2 Аварійна вентиляція

Аварійна вентиляція являє собою самостійну вентиляційну установку й має велике значення для забезпечення безпеки експлуатації вибухо- і небезпечних виробництв, а також виробництв, пов'язаних з використанням шкідливих речовин. Для автоматичного включення аварійну вентиляцію блокують із автоматичними газоаналізаторами, встановленими на величину ГДК

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(шкідлива речовина) або на величину НКМВ (вибухонебезпечні суміші). Крім того, повинен бути передбачений дистанційний пуск пусковими пристроями, розташованими у входних дверей зовні приміщення [9].

Аварійну вентиляцію завжди влаштовують тільки витяжною, щоб запобігти перетоку шкідливих речовин у сусідні приміщення. Кратність витяжки визначається галузевими правилами техніки безпеки й промисловою санітарією, вона коливається в широких межах.

Якщо у відомчих нормативних документах відсутні вказівки про повітрообмін аварійної вентиляції, то варто пам'ятати, що аварійна вентиляція разом з постійно діючою вентиляцією повинна забезпечувати кратність повітрообміну в приміщенні не менш восьми. Такий повітрообмін рекомендований нормами і є мінімальним.

Варто враховувати що, незважаючи на велике значення вентиляції як фактору оздоровлення умов праці, її можливості не безмежні й необхідно поряд з вентиляцією використовувати заходи технічного порядку, що зменшують виділення шкідливостей й явного тепла.

4.4.3. Заходи щодо боротьби з пилом

Основним напрямом, що забезпечує чистоту зовнішнього середовища, є виключення викидів в атмосферу газів, що відходять, пари, пилу. Для цього передбачено:

- герметизація устаткування;
- установка контрольних клапанів, що скидають газу в закриту систему через сепаратор з подальшою утилізацією;
- установка газоаналізатора на оксиди азоту [21].

4.5 Освітлення приміщень

Одним з найважливіших елементів сприятливих умов праці є раціональне освітлення приміщень і робочих місць. При правильному освітленні

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

підвищується продуктивність праці, поліпшуються умови безпеки, знижується стомлюваність [19]. Неправильне й недостатнє освітлення може призвести до створення небезпечної ситуації.

У приміщенні лабораторії проектом передбачається природне й штучне освітлення.

Виробничі приміщення хімічних лабораторій за зоровими умовами робіт відносяться до III розряду (точні роботи).

Природне освітлення, яке здійснюється через світлові отвори в стінах будівель (бокове світло) або у світлових ліхтарях (верхнє світло), приблизно розраховують виходячи з відношення площі світлових отворів до площі підлоги (світловий коефіцієнт).

Для будівель хімічних виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/5 [19]:

$$S_v = (1/5 \div 1/6) \cdot S_n, \quad (4.5)$$

де S_v – площа віконних отворів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 17 \cdot 6 = 102 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/5 \cdot 102 = 20 \text{ м}^2$$

Приймаємо 4 вікна площею $S=5 \text{ м}^2$ кожне.

Розрахунок загального штучного освітлення проводиться виходячи з кількості світильників, необхідних для освітлення приміщення стадії конверсії, визначається за формулою:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot K}{F \cdot U \cdot Z}, \quad (4.6)$$

де E – мінімально допустима освітленість робочих поверхонь, що визначається нормами, дорівнює 50 лк при використанні ламп накаливання [14];

S – площа, що освітлюється, дорівнює 150 м^2 ;

F – світловий потік однієї лампи; для вибраного типу світильника піловодо захищений ПВ, потужністю 200 Вт при напрузі в мережі 220 В, $F = 2510 \text{ лк}$;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.12.01.ПЗ					

K – коефіцієнт запасу, приймаємо рівним 1,5 [14];

Z – поправочний коефіцієнт, залежний від конструкції світильника, рівний 0,75 для світильників типу ПВ;

U – коефіцієнт використання освітлювальної установки, залежний від типу світильників, коефіцієнта віддзеркалення потоків і стін, показника i , який визначається за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}, \quad (4.7)$$

а і b – довжина і ширина приміщення, м;

h – висота світильника від рівня робочого місця (0,8 м над підлогою);

$$h = 4,7 - 1,2 - 0,8 = 2,7 \text{ м}$$

$$i = (6 \cdot 25) / 2,7 \cdot (6 + 25) = 1,8$$

Для даного значення коефіцієнта коефіцієнт використання освітлювальної установки $U = 0,33$ [14].

Виходячи з даних норм освітленості на робочому місці число світильників рівне:

$$n = \frac{50 \cdot 150 \cdot 1,5}{2510 \cdot 0,33 \cdot 0,75} = 18 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 18$ шт.

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \text{ кВт} \quad (4.8)$$

де n – розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

W – потужність однієї лампи, Вт;

$(0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W$ – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт.

$$N = \frac{18 \cdot 200 + 0,15 \cdot 18 \cdot 200}{1000} = 4,14 \text{ кВт}$$

Світильники піловодозахищений ПВ, потужність 200 Вт розташовуємо уздовж всієї довжини приміщення в 2 ряди (рис 4.1).

					ДП.12.01.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

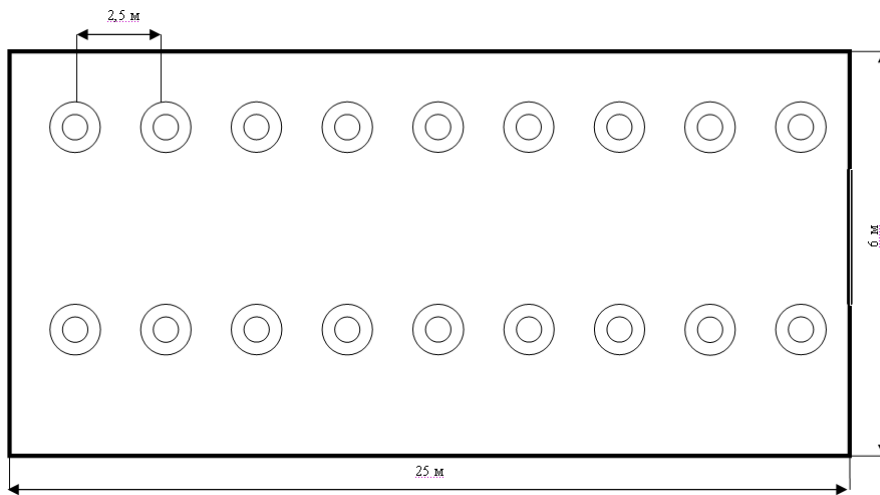


Рисунок 4.1 – Схема для загального освітлення приміщення

4.6 Заходи щодо боротьби з шумом і вібрацією

Основними джерелами шуму в цеху є працюючі турбокомпресори ГТТ-3М і насоси.

Зниження шуму й вібрації можна досягти наступними методами:

- зменшення шуму й вібрації в джерелах їхнього утворення;
- ізоляція джерел шуму й вібрації засобами звуко- і віброізоляції, звуко- і віброгасіння;
- архітектурно-планіровочні рішення, що передбачають раціональне розміщення технологічного обладнання, машин, механізмів,
- акустична обробка приміщень;
- застосування засобів індивідуального захисту [19].

Найбільш ефективний захист від шуму й вібрації в джерелі їхнього утворення. Тому при проектуванні й конструюванні обладнання й технологічних процесів необхідно (де це можливо) замінити ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно-поступальні - обертальними, підшипники кочення - підшипниками ковзання, металеві деталі - деталями із пластмас або інших матеріалів, шумні технологічні процеси - безшумними або малошумними й т.д.

Дуже часто для захисту від шуму використовують спеціальні кожухи, встановлені на агрегатах. Їх звичайно виготовляють із тонких алюмінієвих,

сталевих або пластмасових листів. Внутрішня поверхня кожуха обов'язково облицьовується звуковбирним матеріалом. При установці кожуха на підлогу використовуються гумові підкладки. Кожух може забезпечити зниження шуму на 15-20 дБ.

Для захисту працюючих від безпосереднього (прямого) впливу шуму використовують екрани, встановлені між джерелом шуму й робочим місцем. Акустичний ефект екрана заснований на утворенні за ним області тіні, куди звукові хвилі проникають лише частково. Екрани облицьовуються звуковбирним матеріалом товщиною не менше 50-60 мм. Зниження шуму в місцях, захищених екраном, становить 5-8 дБ. Як засоби індивідуального захисту використовуються вкладиші протишумові «Беруши».

Велике значення для зниження шуму й вібрації має правильне планування території й виробничих приміщень, а також використання штучних і природних перешкод, що перешкоджають розповсюдженню шуму. Для захисту від вібрації широко використовують віброгасящі й віброізолюючі матеріали.

Для зменшення вібрації кожухів, огорожень й інших деталей, виконаних зі сталевих листів, на них наносять шар гум, пластиків, бітуму, віброгасящих мастик, які розсіюють енергію коливань.

Для захисту від вібрації, передаваної людині через ноги, рекомендується носити взуття на повстяній або товстій гумовій підшві. Для захисту рук від впливу локальної вібрації застосовують рукавиці або перчатки, повністю виготовлені з віброзахисного матеріалу, а також віброзахисні прокладки або пластили, які постачені кріпленнями до руки.

4.7 Заходи захисту від статичної електрики

Засоби колективного захисту від статичної електрики за принципом дії діляться на наступні види: заземлюючі пристрої, нейтралізатори, що воложать пристрої, антиелектростатичні речовини, що екранують пристрої.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1) Заземлення – найбільш простий й часто застосовуваний засіб захисту від статичної електрики. Всі металеві й електропровідні неметалічні частини технологічного обладнання повинні бути заземлені. Опір заземлюючого пристрою, призначений винятково для захисту від статичної електрики, не повинен перевищувати 100 Ом. Такі заземлюючі пристрої поєднують із заземлюючими пристроями для електроустаткування.

2) При неможливості використання простих засобів для захисту від статичної електрики рекомендується нейтралізувати заряди іонізацією повітря в місцях їхнього виникнення або нагромадження.

У промисловості використовують нейтралізатори наступних видів:

- коронного розряду (індукційні й високовольтні);
- радіоізотопні з α - і β -випромінюючими джерелами;
- комбіновані, об'єднуючі коронні й радіоізотопні нейтралізатори в одній конструкції.

3) Відвід зарядів шляхом зменшення питомого об'ємного й поверхневого електричного опору застосовується в тих випадках, коли заземлення встаткування не запобігає нагромадження небезпечних кількостей статичної електрики [18].

4) Зниження інтенсивності виникнення зарядів статичної електрики досягається відповідним підбором швидкості руху речовин, виключенням розбризкування, дроблення й розпилення речовин, відводом електростатичного заряду, підбором поверхонь тертя, очищенням горючих газів і рідин від домішок.

Відвід зарядів статичної електрики, що накопичуються на людях:

У вибухонебезпечних виробництвах для запобігання небезпечних іскрових розрядів, які виникають внаслідок нагромадження на тілі людини зарядів статичної електрики при контактному або індуктивному впливі на електричний матеріал або елементів одягу, необхідно забезпечити стікання цих зарядів у землю.

До основних заходів, що сприяють виконанню цієї вимоги відносяться: пристрій електропроводчих підлог, забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту (спеціальним антиелектростатичним взуттям й одягом), заземлення робочих площадок, ручок дверей, поручнів сходів, рукояток приладів, машин й апаратів [9].

Для забезпечення безперервного відводу зарядів статичної електрики з тіла людини у вибухонебезпечних приміщеннях підлоги повинні бути електропровідними.

4.8 Електробезпека

До таких способів відносяться: забезпечення неприступності струмоведучих частин, які знаходяться під напругою; електричний розділ границь; усунення небезпеки поразки з появою напруги на корпусах, кожухах і частинах електроустаткування, що досягається використанням невеликих напруг, використанням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалів, захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням; використання спеціальних електрозахисних засобів - переносних приладів і пристроїв; організація безпечної експлуатації електроустановок.

Захисні засоби які застосовуються для захисту персоналу підрозділяються:

1. Ізолюючі захисні засоби (ізолюючі коврики, діелектричні рукавички, діелектричні калоші, інструмент із ізолюючими ручками, які застосовуються при обслуговуванні електричного обладнання з напругою до 1000 В, ізолюючі штанги, струмовимірювальні кліщі які при обслуговуванні електричного обладнання з напругою вище 1000 В).

2. Обгороджувальні захисні засоби. Вони перешкоджають влучення працівника в зони з високою напругою, виконуються у вигляді сіток з попереджувальними знаками.

3. Допоміжні захисні засоби призначені для індивідуального захисту працівника (окуляри, спеціальні рукавиці, противогази).

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для усунення переходу напруги на корпус і не струмоведучі частини електричного й технологічного обладнання на замикання на них однієї з фаз застосовують захисне заземлення або занулення [19].

Загальний опір захисного заземлення визначається за формулою:

$$R_{\zeta i} = \frac{R_{\zeta} \cdot R_i}{R_i \cdot i \cdot \eta_{\zeta} + R_{\zeta} \cdot \eta_i}, \quad (4.9)$$

де R_z – опір заземлювача, яким можуть бути стрижні, труби, куточки й ін., Ом;

$R_{ш}$ – опір шваби, що з'єднує заземлювачі, Ом;

n - кількість заземлювачів;

η_z – коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах $0,2 \div 0,9$; $\eta_z = 0,7$;

$\eta_{ш}$ – коефіцієнт екранування з'єднуючої штаби; приймається в межах $-0,1 \div 0,7$; $\eta_{ш} = 0,5$;

Опір заземлювача визначається за формулою:

$$R_{\zeta} = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.10)$$

де ρ - питомий опір ґрунту, залежить від типу ґрунту, Ом м; для піску - $400 \div 700$ Ом·м; $\rho = 400$ Ом·м;

l - довжина заземлювача, м; для труб - $2-3$ м; $l = 3$ м;

d - діаметр заземлювача, м; для труб - $0,03-0,05$ м; $d = 0,05$ м;

t - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м; $t = 2$ м.

$$R_{\zeta} = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 110 \text{ Ом}$$

Опір шваби, що з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

$$R_{\phi} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} * \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t^1}, \quad (4.11)$$

де L – довжина шваби, що з'єднує заземлювачі, м; приблизно дорівнює

периметру будівлі; $P_{\text{буд.}} = 42 \cdot 2 + 38 \cdot 2 = 160$ м; $L = 160$ м;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.12.01.ПЗ

b - ширина шваби, м; b=0,03 м;

t¹ – глибина заземлення від рівня землі, м; t¹=0,5м.

$$R_n = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 160} \cdot \ln \frac{2 \cdot 160^2}{0,03 \cdot 0,5} = 5,99 \text{ Ом}$$

Кількість заземлювачів захисного заземлення визначається за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot R_{\zeta}}{4 \cdot \eta_{\zeta}}, \quad (4.12)$$

де 4 - припустимий загальний опір, Ом;

2 - коефіцієнт сезонності.

$$n = \frac{2 \cdot 110}{4 \cdot 0,7} = 79$$

Визначаємо загальний опір захисного заземлення:

$$R_{\zeta \text{ в і}} = \frac{110 \cdot 5,99}{5,99 \cdot 79 \cdot 0,7 + 110 \cdot 0,5} = 1,7 \text{ Ом}$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпечність будівлі, тому що виконується умова - R_{ззп}<4 Ом.

4.9. Пожежна безпека

Виникнення пожежі на робочому місці може відбутися при порушенні герметичності апаратів і трубопроводів, порушенні вимог пожежної безпеки при виконанні вогневих і ремонтних робіт і порушенні вимог інструкції із захисту від статичної електрики [9].

Для швидкої локалізації й ліквідації виниклих вогнищ пожежі передбачене дистанційне відключення вентиляції при виникненні пожежі.

Ремонт електроустаткування, електрокабелів, заміну електроламп дозволяється робити тільки при відключеному електроживленні. Проведення вогневих робіт у виробничому приміщенні й на території проводиться тільки після оформлення дозволу на проведення вогневих робіт і виконання всіх заходів, зазначених у ньому.

Місце для паління у відділенні розташовано на першому поверсі [9].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.12.01.ПЗ

Вимоги до утриманню приміщень, що примикає території, проходів, проїздів:

- територія відділення повинна постійно утримуватися в чистоті й систематично очищатися від відходів виробництва;

- проїзди й підїзди до будівель і пожежних гідрантів, а також підступи до протипожежного інвентарю й обладнання повинні бути завжди вільні;

- проходи, виходи, коридори, тамбури, сходи не дозволяється

захарашувати різними предметами й обладнанням. Всі двері евакуаційних виходів повинні вільно відкриватися в напрямку виходу з будівлі. На випадок пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей, що знаходяться у виробничій будівлі. Засоби пожежогасіння, призначення й правила застосування:

- апаратники повинні знати розташування протипожежного інвентарю, пожежного обладнання й уміти ними користуватися. Використання пожежного обладнання й інвентарю для господарських, виробничих й інших потреб, не пов'язаних з ліквідацією пожежі не допускається.

Для швидкої ліквідації виниклих вогнищ пожежі передбачені наступні заходи:

- виробничі корпуси обладнані електричною пожежною сигналізацією;

- забезпечений вільний проїзд пожежних автомобілів до корпусів;

- передбачене дистанційне відключення приточної і витяжної вентиляції при виникненні пожежі;

- всі виробничі приміщення забезпечені первинними засобами пожежогасіння відповідно до діючих норм [9].

Для пожежогасіння застосовуються в цеху ящики з піском, азбестове полотно, вогнегасники, комунікації пожежної води з пожежними кранами й рукавами.

Засоби пожежогасіння розташовані в цеху відповідно до схеми Плану ліквідації аварій (ПЛАС).

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Основними вогнегасильними засобами, застосовуваними в хімічній промисловості, є: вода, піна, інертні газы, водяна пара, галлоїдовані вогнегасні сполуки, сухі вогнегасні речовини.

Вогнегасники ОУ-2 застосовуються для гасіння твердих палаючих тіл, легкозаймистих і горючих рідин, електричних установок, що перебувають під напругою.

Для гасіння обладнання, що знаходиться під напругою, а також горючих речовин, використовуються порошкові вогнегасники. Для їхнього заповнення використовуються порошки, що не мають корозійного впливу на обладнання.

Азбестове полотно застосовується для гасіння загоряння при невеликій площі горіння.

Пісок застосовується в тих місцях, де варто очікувати розливу невеликих кількостей легкозаймистих і горючих рідин. Пісок зберігають у ящиках. Для закидання піском місць загоряння необхідно мати совок або лопату.

Вода є поширеним засобом гасіння пожежі, але в ряді випадків гасіння пожежі водою не дозволяється. Не можна гасити речовини, щільність яких менше щільності води, нерозчинні в ній (бензин, гас, мастила й т.п.), а також речовини, які запалюються від води.

У цих випадках вода може стати причиною розповсюдження пожежі.

Не можна застосовувати воду для гасіння пожежі в місцях, де є електроустаткування, що знаходиться під напругою. Нітроген як засіб пожежегасіння використовується як розріджувач повітря. У відділеннях цеху на технологічних установках є спеціальні розводи нітрогену. Але при застосуванні нітрогену варто враховувати, що, знаходячись в повітрі в великих концентраціях, він може спричинити задуху, параліч дихання й смерть.

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

5 Компоновка технологічного обладнання

Сучасний хімічний цех - це складний комплекс будівель і споруд, в яких розміщується устаткування, передбачене технологічною схемою виробництва, а також ряд підсобних і адміністративних приміщень.

Під компоновкою цеху розуміється процес проектування, під час якого визначаються склад приміщень, їх розміри і раціональне взаємне розташування, а результатом процесу проектування є креслення поетажних планів і розрізів, виконаних в певному масштабі.

Продумана і правильно виконана компоновка цеху повинна передбачати повну відповідність специфічним умовам технологічного процесу, максимальну безпеку виробництва і зручність його обслуговування.

Устаткування хімічних виробництв залежно від застосовуваних машин та апаратів, особливостей технологічного процесу й кліматичних умов може бути розташоване в закритих виробничих приміщеннях або на відкритих виробничих площадках.

Компонування устаткування на відкритих площадках скорочує капітальні витрати на будівництво, зменшує загазованість, знижує пожаро- і вибухонебезпечність. Установка апаратів на відкритих площадках створює також передумови для укрупнення агрегатів, дозволяє в багатьох випадках відмовитися від розподілу апаратів на частині, поліпшуючи умови монтажу устаткування.

У порівнянні з відкритим варіантом закритий варіант має ряд істотних недоліків: більше високу вартість будівельних споруджень, наявність громіздких вентиляційних систем, більше складний монтаж, і особливо демонтаж устаткування. Тому при проектуванні більшу частину апаратів варто винести з будинків, залишивши в них тільки найбільш складні (в основному машинне)

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Компоновка технологічного обладнання</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

устаткування, що вимагає безперервного спостереження (насоси, компресори). Такий цех має у своєму складі закриті виробничі будинки й відкриті будівельні спорудження й площадки. Це найпоширеніший, змішаний варіант компонування.

В виробництві неконцентрованої нітратної кислоти в закритому приміщенні на нульовій відмітці розташоване відділення компресії, а також все електричне обладнання: відцентрові насоси, триплекс насоси, газодувки. Всі виробничі приміщення забезпечуються безвідмовною примусовою системою вентиляції з багатократним обміном повітря.

Так як виробництво неконцентрованої нітратної кислоти є вибухо- і пожежонебезпечним, а сировина та напівфабрикати для нього мають токсичні властивості, бажано розміщувати обладнання поза будівлею, на відкритому майданчику. Саме тому більша частина технологічного обладнання розташована на зовнішній відкритій етажерці, яка з однієї сторони примикає до виробничого корпусу. Окиснювач, змішувач, казан-утилізатор, підігрівачі хвостових газів розташовані на нульовій відмітці. Контактний апарат встановлений безпосередньо на казан-утилізатор на відмітці +4,0 м. Абсорбційна колона знаходиться на нульовій відмітці зовні етажерки і має декілька обслуговуючих майданчиків на різних відмітках, останній з яких знаходиться на відмітці +49,25 м. Холодильники-конденсатори кріпляться до абсорбційної колони на відмітці +21,6 м. Реактор селективного очищення розміщений на відмітці +6,0 м. Фільтр повітря встановлюється з протилежної сторони виробничого корпусу на індивідуальному фундаменті.

Нижче нульової відмітки розташовані дренажні ємності для пуску та зупинки обладнання, а також на випадок аварійних ситуацій.

Для обслуговування обладнання встановлені робочі майданчики. Майданчики закріплені безпосередньо на апаратах і використовуються для установки допоміжного обладнання. Сходи для обслуговуючих майданчиків також кріпляться до апаратів.

									ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Вантажопідйомні роботи виконуються за допомогою крана вантажопідйомністю 15 т.

Розташування обладнання на відкритих майданчиках має багато переваг: скорочує капітальні витрати на будівництво, зменшує загазованість і вплив тепловиділень, знижує вибухо- і пожежонебезпеку. Установка апаратури на відкритих майданчиках створює також передумови для укрупнення агрегатів, дозволяє в багатьох випадках відмовитися від розчленовування на частини (царги) апаратури (переважно колон) і, крім того, покращує умови монтажу обладнання.

Винесення технологічного обладнання на відкриті майданчики з урахуванням технологічного процесу і кліматичних умов повинне бути керівним принципом при проектуванні установок всіх виробництв хімічної промисловості. Досвід застосування відкритих установок на вітчизняних хімічних підприємствах, а також зарубіжна практика підтвердили, що зимова пора року при відповідному обліку умов експлуатації і вживанні необхідних захисних заходів не є перешкодою для розміщення основної частини технологічного устаткування на відкритих майданчиках.

Розташування обладнання зображене у графічній частині дипломної роботи:

план цеху виробництва нітратної кислоти (ДП 12.05. Пл);

розріз цеху виробництва нітратної кислоти (ДП 12.06. Рз).

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Екологія та охорона навколишнього середовища

6.1 Фізико-географічна й кліматична характеристика площадки

Місто Северодонецьк розташоване на південно-сході України в західній частині Луганської області, на лівому березі ріки Сіверський Донець, і є великим промисловим центром.

Рельєф міста відносно рівний із загальним ухилом на південний захід, у бік ріки. Ґрунт піщаний, зелені насадження й газони вирощуються на привізному чорноземі.

Природні листяні ліси зростають переважно в балках й ярах, у заплавах рік і на схилах річкових долин. Основні породи дерев: дуб, ясен, груша, клен, акація, тополя, в'яз; чагарників: терн, глід, шипшина, верес. На піщаних терасах зростають соснові, іноді сосново-дубові ліси, значна частина яких посаджена людиною.

Клімат району континентальний із чітко вираженими посушливими-суховійними явищами. Основними елементами клімату, що впливають на режим підземних вод, є температура повітря, кількість й якість опадів, вітри.

Гідрогеологічні умови району є складними й різноманітними. Розмаїтість гідрогеологічних умов обумовлюється впливом геологічних, фізико-географічних й штучних факторів, обумовлених практичною діяльністю людини. Відповідно до районування території України й метеорологічними умовами місто Северодонецьк належить до 3-зони підвищеного потенціалу забруднення, що характеризується повторюваністю слабких вітрів і туманів до 20%, приземних інверсій до 40%.

Пануючими вітрами є вітри східних – південно-східних і західних напрямлень. 2,7 - 5,3 м/с, часті штилі.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>							
<i>Консульт.</i>					<i>Екологія та охорона навколишнього середовища</i> <i>СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм</i>				
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>							

6.2 Токсикологічна характеристика відходів, що утворюються на базовому виробництві

У виробництві неконцентрованої нітратної кислоти застосовуються й виробляються речовини, що мають небезпечні властивості:

- вибухонебезпечні токсичні (метан, аміак, оксиди нітрогену, нітратна кислота, оксид вуглецю);
- корозійні (нітратна кислота, оксиди нітрогену) [9].

Характеристика викидів в атмосферу по базовому виробництву представлена в таблиці 6.1.

Недоліком використовуваного на ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання

Азот» способу є низька концентрація нітратної кислоти та високий вміст оксидів азоту в газі, що виходить з абсорбційної колони, які в промислових умовах знаходяться в межах, відповідно: 58% мас. HNO_3 , та 0,11% об. (NO_2 та NO) в хвостовому газі, що виходить. В літню пору року концентрація оксидів азоту в хвостовому газі сягає до 0,15% об.

На підставі проведеного огляду науко-технічної і патентної літератури в курсовому проекті пропонується заміна фільтру газоподібного аміаку на фільтр більш вдосконаленої конструкції.

Перевагою фільтра з підігрівником аміаку є те, що за рахунок підвищення температури аміаку до 80°C зменшується його в'язкість від 12 до 8 $\text{Па}\cdot\text{с}$ [12], що дозволить в 3-4 рази зменшити втрати аміаку, який виводиться з циклу разом з домішками.

Кількість викидів в атмосферу представлена в табл. 6.1.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін	
Арж.	
№ док.	
Піоти	
Дата	
ДП 12.01 ПЗ	
Арж.	

Таблиця 6.1 - Викиди в атмосферу

№ п/п	Апарат, стадія технологічного процесу	Діаметр та висота труби, м	Кількість джерел викидів, шт.	Сумарний об'єм викидів, м ³ /год	Тривалість викидів, год/рік	Характеристика викиду			Річний валовий викид т/рік	ПДК в атмосферному повітрі населених місць, ДСП-201-97, мг/м ³	Гранично-допустимі концентрації шкідливих викидів в повітрі робочої зони. Клас небезпеки ГОСТ 12.1.005-88
						Температура, °С	Склад викиду				
							Найменування інгредієнту	Значення показника гранична концентрація (по проекту), г/сек			
1.	Очищені хвостові гази після економайзера котла-утилізатора поз.9Т джерело викиду 1/6, 2/6	2,4 150	1	81288	безперервно	160-190	-діоксид азоту	2,33	56,5	0,085	2 (III)
							-оксид вуглецю	2,82	68,6	5,0	20 (IV)
							-аміак	0,86	20,9	0,2	20 (IV)
2.	Неочищені хвостові гази при пусках і зупинках агрегатів УКЛ-7 № 3,4, джерело 11/6	2,4 150	2	30000	66	230	- діоксид азоту	6,25	3,0	0,085	2(III)
3.	Неорганізований викид джерело 41-Н/6, агрегати УКЛ-7 № 3, 4 (відкрита етажерка)		1	-	8760	Навк. середовище	-аміак	0,122	3,847	0,02	20(IV)
							- діоксид азоту	0,055	1,67	0,085	2(III)

Загальна характеристика стічних вод представлена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Стічні води

№ п/п	Найменування стоку й шкідливої речовини в ньому	Куди скидається	Кількість стічних вод, м ³ /год, (м ³ /добу)	Періодичність утворення	Масова концентрація, мг/дм ³
1	2	2	3	4	5
1.	Вода безперервних і періодичних продувок казанів-утилізаторів, охолоджена річковою водою в розширнику періодичних продувок - азот нітратний - азот амонійний - середовище - плівка масла - забарвлення й плаваючі домішки	Промислов о-зливова каналізація	3,5 (84)	Безупинно	не більше 11,4 не більше 2,4 6,5-9,5 відсутність відсутність
2.	Стічні води з корпусів -азот нітратний -рН -температура стічних вод, °С -плівка масла -забарвлення й плаваючі домішки	усередник стічних вод	не більше 70 (1680)	один раз у зміну	не більше 80 не менш 2 не більше 35 відсутність відсутність
3.	Стічні води (дощові стоки, стоки поталого снігу з даху корпусу) -азот нітратний -азот амонійний -рН -плівка масла -забарвлення й плаваючі домішки	Промислов о-зливова каналізація		Один раз у тиждень і при випаданні атмосферних опадів	не більше 11,4 не більше 2,4 6,5 - 8,5 відсутність відсутність

Загальна характеристика твердих і рідких відходів представлені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Тверді й рідкі відходи

Найменування відходу	Куди складуються, транспорт	Масова витрата, кг/т.	Періодичність утворення	Характеристика відходів, масова доля, %	Фізичні показники
1	2	3	4	5	6
Тверді відходи					
1. Каталізатор алюмопалладійовий АПК-2, відпрацьований; реактор каталітичного очищення хвостових газів у т. ч.: Палладій металевий Оксид алюмінію	Направляється на афінаж	0,0124	Через 3 роки	1,6-2,0 Не менш 96	Гранули від жовто-бурого до темно-коричневого кольору. Довжина 12±1 мм. Діаметр 12±1 мм.
2. Каталізатор рутенійовопалладійовий РПК-1 з реактора дожига у т. ч.: Рутеній металевий Палладій металевий Оксид алюмінію	Направляється на афінаж	0,0177	Через 4 роки	0,096-0,15 0,026-0,15 інше	Циліндричний стрижень сіруватого кольору. Діаметр 4-6 мм.
Рідкі відходи					
3. Рідкий аміак з нижньої частини випарника аміаку	Направ. у цех ПКМУ	66,6	Постійно	Не менш 99,96	
4. Масило турбінне марки Т-22 з агрегату ГТТ-3М	Направл. у цех регенерації мастила		Один раз у рік при капремонті		

6.3 Характеристика газоподібних забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу від базового об'єкта

Оксид нітрогену (II) - являє собою безбарвний газ без запаху, не горючий і слабозрочинний у воді, на повітрі оксид нітрогену окислюється до діоксида нітрогену. Оксид нітрогену (II) сильно токсичний, поглинає світло з довжиною хвилі менш 2300 А.

У навколишнє середовище оксид нітрогену надходить у вигляді продукту життєдіяльності бактерій й у результаті процесу згорання, що відбуваються в природі. Загальна кількість оксиду нітрогену із природних джерел у глобальному масштабі оцінюється в 450 млн. тонн/рік, а загальна кількість оксиду нітрогену з антропогенних джерел в 48 млн. тонн/рік. Гранично припустима концентрація NO у повітрі населеного пункту максимально разова – 0,6 мг/м³, середньодобова 0,085 мг/м³ [9].

Діоксид нітрогену - являє собою червоно-коричневий газ із гострим їдким запахом, токсичний й являє собою сильний корозійноактивний агент. Молекула оксиду нітрогену поглинає світло в більшій частині видної області спектра. Внаслідок цього в атмосфері діоксид нітрогену здатен утворювати жовтуватий серпанок. Гранично припустима концентрація NO₂ у повітрі населеного пункту максимально разова – 0,085 мг/м³, середньодобова 0,04 мг/м³.

Монооксид вуглецю – являє собою безбарвний, горючий, токсичний газ, що не має запаху. Токсичність пов'язана з його здібністю реагувати з гемоглобіном. Оксид вуглецю утвориться при спалюванні палива в умовах нестачі кисню. Відповідно до стандарту якості повітря, вміст оксиду вуглецю за одну годину повинен складати 35 млн. ⁻¹, а за 8 годин – 9 млн⁻¹ [].

Аміак – безбарвний газ із різким специфічним запахом, токсичний, викликає гостре подразнення й набряк слизових оболонок, ядуху. Межі вибуху з повітрям 15-28% об'ємних, з киснем – 15-19% об'ємних. Гранично припустима

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

концентрація NH_3 у повітрі населеного пункту максимально разова – 0,2 мг/м³, середньодобова 0,04 мг/м³.

Метан – безбарвний горючий газ без запаху. Межі вибуху з повітрям 4,9-54% об'ємних, з киснем - 5,1-61% об'ємних. У більших концентраціях надає наркотичну дію [9].

6.4 Вплив забруднень базового об'єкта на атмосферу, літосферу, гідросферу, рослинний і тваринний світ

Газоподібні викиди кислотного характеру, такі як ді- і триоксиди сірки, оксиди нітрогену й гідрохлорид, є шкідливими, оскільки вони нейтралізують лужні компоненти в ґрунті й, отже, приводять до його закислення. За тривалий час кислотність ґрунту зросла настільки, що його доводиться нейтралізувати вапняком, щоб запобігти різкому погіршенню родючості.

Забруднюючі речовини негативно впливають на сільськогосподарські рослини: безпосередньо - за рахунок поглинання забруднень із повітря зеленою масою, а також побічно - шляхом інтоксикації ґрунту, звідки рослини через кореневу систему отримують шкідливі речовини. Поглинання газоподібних забруднюючих речовин зеленою масою призводить до поразки цих частин рослин, зниженню вмісту хлорофілу, некротичним змінам і відмиранню тканин.

Указані негативні ефекти викидів промислових забруднень погіршують родючість ґрунтів і виростання рослин, відповідно знижуючи врожайність і підвищуючи витрати на розкислення ґрунтів вапняком і мінеральними добривами.

Двоокис вуглецю істотно впливає на клімат, тому CO_2 потрібно розглядати як один з найважливіших антропогенних забруднювачів атмосфери. Технологічні викиди CO_2 в останні десятиліття складають 5 – 10 млрд. т/рік, що становить 10% його природних надходжень.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водяної пар і CO_2 утворюють так званий парниковий ефект, збільшення температури приземного повітря, пропускаючи більшу частину сонячних променів і поглинаючи інфрачервоне теплове випромінювання. Підвищення загального вмісту CO_2 в атмосфері на 13% викликає середнє підвищення температури на Землі на $0,5 - 1^{\circ}C$.

Аміак. Досить реакційноздатна речовина, що вступає в реакції приєднання, заміщення й окислювання, у зв'язку із чим хімічне забруднення аміаком і його похідними охоплює повітря, ґрунт, поверхневі й підземні води. Аміак в атмосфері при вологості 60% реагує із сульфатами з утворенням сульфату амонію, що знижує прозорість атмосфери [9].

6.5 Екологічне нормування шкідливих речовин у навколишньому природному середовищі

Нормальний газовий склад повітря становить: азот - 78,08%; кисень - 20,95%; вуглекислий газ - 0,03%; аргон, гелій, неон, криптон, ксенон, радон, озон, водень - 0,94%.

Тому що при сучасному стані техніки й технології цілком уникнути влучення в атмосферне повітря шкідливих речовин не вдається, то в результаті досліджень гігієністи встановили нормативи чистого повітря. Стан повітряного середовища оцінюють концентраціями забруднюючих речовин. При санітарній оцінці повітря прийнято виражати концентрацію забруднюючих речовин мг в $1m^3$ повітря (mg/m^3).

При нормуванні стану повітряного середовища прийняті максимально разові гранично дозовані концентрації (ГДК), тобто найбільші концентрації забруднюючих речовин у повітрі, які не приносять шкоди людині. Санітарні норми встановлюють ГДК шкідливих речовин для робочої зони, для повітря, що надходить через прийомні пристрої систем вентиляції, і максимальні разових або середньодобові для населених місць.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Концентрації забруднюючих речовин не повинні перевищувати: в атмосферному повітрі населених місць - максимально разових; у повітрі, що надходить усередину будівель і споруд через приймальні отвори систем

вентиляції й кондиціонування повітря й через прорізи для природної приточної вентиляції - 30% гранично дозованих концентрацій шкідливих речовин у робочій зоні виробничих приміщень [20].

Критеріями якості повітря, використовуваними при розрахунку, є ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Якщо на підприємстві в одному регіоні величини ГДВ по об'єктивних причинах не можуть бути досягнуті, то можна поетапно знижувати викиди до розмірів ГДК.

Основним критерієм установлення ГДВ є ГДК речовин в атмосферному повітрі. При цьому необхідно дотримувати співвідношення:

$$C/\text{ГДК} \leq 1, \quad (6.1)$$

де C - розрахункова концентрація домішки в приземному шарі атмосфери від всієї сукупності джерел.

При наявності в атмосфері й домішок, для яких установлена необхідність обліку сполученої їхньої дії як критерій при встановленому ГДВ використовуються вимоги виконання співвідношення:

$$(C_1/\text{ГДК}_1) + (C_2/\text{ГДК}_2) + \dots + (C_i/\text{ГДК}_i) \leq 1 \quad (6.2)$$

Відповідно до таблиці 9.1. концентрація забруднення у викидах по оксидах нітрогену складає 103 мг/м^3 . Таким чином, співвідношення (6.1) не дотримується:

$$103/0,085 = 1211$$

де 0,085 – середньодобова гранично припустима концентрація NO у повітрі населених місць, мг/м^3 .

Розрахунок ГДВ

ГДВ для викиду оксиду нітрогену (табл. 6.1, дж.1) з одиночного джерела із круглим устям або групи таких близько розташованих однакових джерел у випадку, коли фонова концентрація розглянутої домішки встановлена незалежно

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від швидкості й напрямку вітру, і постійна на території міста [20], розраховується за формулою:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C\phi) * H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}{A * F * m * n * \eta} \quad (6.3)$$

де ГДК – гранично припустима концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць, мг/м³; ГДК (NO₂)=0,085 мг/м³

C_ф – фонові концентрації домішки, визначається розрахунковим шляхом і не залежна від швидкості й напрямку вітру, мг/м³; C_ф=0

A - коефіцієнт, що залежить від температури стратифікації атмосфери й визначальної умов горизонтального й вертикального розсіювання атмосферних домішок; A=160

F - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднюючих речовин в атмосфері; F=1

H - висота джерела викиду, м; H=150

ΔT – різниця між температурою газу й температурою повітря; ΔT=190-20=170 °C

η - коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу на розсіювання домішок; η=1

V₁ – об'єм газоповітряної суміші, визначається за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi * D^2}{4} * \omega_0; \quad (6.4)$$

D - діаметр устя джерела викидів, D=2,4;

ω₀ - середня швидкість виходу суміші із джерела, ω₀ = 5 м/сек

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{f} + 0,34 * \sqrt[3]{f}} \quad (6.5)$$

$$f = 10^3 * \frac{\omega_0^2 * D}{H^2 * \Delta T} \quad (6.6)$$

$$V_m = 0,65 * \sqrt[3]{\frac{V_1 * \Delta T}{H}} \quad (6.7)$$

Якщо V_m < 0,3 n = 3;

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якщо $0,3 < V_m \leq 2$ n визначається за формулою:

$$n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3) * (4,36 - V_m)} \quad (6.8)$$

якщо $V_m > 2$ $n = 1$

Максимальну приземну концентрацію забруднюючої речовини розраховують за формулою:

$$C_m = \frac{A * ГДВ * F * m * n}{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}} \quad (6.9)$$

Необхідно дотримувати умову: $C_m < ГДК$.

$$V_1 = \frac{3,14 * 2,4^2}{4} * 5 = 22,61 м^3 / с$$

$$f = 10^3 * \frac{5^2 * 2,4}{150^2 * 170} = 0,016$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{0,016} + 0,34 * \sqrt[3]{0,016}} = 1,3$$

$$V_m = 0,65 * \sqrt[3]{\frac{22,61 * 170}{150}} = 3,3$$

Тому що $V_m > 2$ $n = 1$

$$ГДВ = \frac{(0,085 - 0) * 150^2 * \sqrt[3]{22,61 * 170}}{160 * 1 * 1,3 * 1 * 1} = 144 г / с$$

Максимальну приземну концентрацію забруднюючої речовини розраховують за формулою:

$$C_m = \frac{160 * 144 * 1 * 1,3 * 1}{150^2 * \sqrt[3]{22,61 * 170}} = 0,021 мг / м^3$$

Умова дотримується: $C_m < ГДК$ $0,021 < 0,085$

Висновок: оскільки умова $C_m < ГДК$ дотримується, то максимальна приземна концентрація забруднюючої речовини не впливає на екологічний стан.

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Техніко-економічні розрахунки

7.1 Вихідні дані

Вихідні дані містять наступну інформацію щодо діючого виробництва нітратної кислоти на ПрАТ «Об'єднання Азот», яке прийняте за базу порівняння:

- проектна (діюча) і фактична виробничі потужності виробництва – 140000 т/рік;
- плановий і фактичний річний обсяги виробництва продукції у натуральному виразі – 140000 т/рік; у вартісному виразі (140000 т/рік нітратної кислоти за ціною 2400 грн./т) – 336000000 грн.;
- показники для розрахунку річної виробничої потужності виробництва:
 - режим роботи виробництва - безперервний;
 - дані з графіка ППР:
 - протягом року планується 1 капітальний ремонт протягом 336 год. і 2 поточних – по 24 год.;
 - тривалість технологічних простоїв, що регламентуються, за рік – не планується;
 - кількість паралельно працюючих однойменних одиниць основного устаткування – 1 фільтр;
 - годинна продуктивність фільтру по нітратній кислоті – 16,72 т/год;
 - залишкова вартість і структура основних засобів виробництва:
 - вартість основних фондів - 90301741 грн.
 - у т.ч. вартість устаткування - 30166424 грн.
 - облікова чисельність і структура чисельності виробничого персоналу виробництва:
 - чисельність персоналу (усього) - 88 осіб

					<i>ДП.93.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Лім.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>			<i>Техніко-економічні розрахунки</i>			
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

- кількість основних робітників – 69 осіб

▪ планова калькуляція собівартості виробництва продукції станом на станом на 2013 р. (табл. 7.1);

Таблиця 7.1 - Калькуляція собівартості 1 т нітратної кислоти

Найменування статті витрат	од. виміру.	Витрати на одиницю продукції		
		Кількість	Ціна	Сума
Напівфабрикати				
Аміак рідкий	кг	283,16	0,59	165,88
Разом напівфабрикати	грн.			165,88
Допоміжні матеріали				
Платина	г	0,150000	60,00	9,00
Фільтр елем.Ф-33КЛ	Шт.	0,000575	1340,35	0,77
Фільтр елем Ф-1.В	Шт.	0,000560	632,79	0,35
Природний газ	м ³	91,00000	21,75	1978,95
К-р АВК-10М	г	11,70000	0,02	0,27
Разом доп. матеріали	грн.			1989,34
Разом за вирахуванням відходів	грн.			2155,22
Енерговитрати				
Вода фільтрована	м ³	30, 0000	0,48	14,41
Вода глибоко знесолена К.636	м ³	0,370000	3,70	1,37
Вода х/очищена	м ³	1,900000	3,29	6,25
Очистка пром.брудного стоку	м ³	0,940000	2,76	2,59
Електроенергія	кВт	37,50000	0,17	6,34
Вода оборотна ВОЦ-9	м ³	125,000000	0,11	14,32
Разом енерговитрат	грн.			45,28
Енерговідходи				
Пара Ку	Г.кал	1,080000	45,00	48,60
Разом енерговідходів	грн.			48,60
Разом енерговитрат	грн.			-3,32
Зарплата	грн.			0,91
Нарахування на зарплату	грн.			0,35
Утримання і ремонт устаткування, в т.ч. амортизація	грн.			11,51
Загальновиробничі витрати в т.ч. амортизація	грн.			2,35
	грн.			15,76
	грн.			5,41
Виробнича собівартість	грн.			2182,78
Адміністративно-збутові витрати	грн.			8,40

7.2 Стисла характеристика проектаних заходів дипломного проекту

На базовому підприємстві процес очищення аміаку від домішок відбувається на полому фільтрі, в який вставлено стакан з отворами і фільтруючі

					ДП.12.01.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

елементи Ф-33КЛ. При такому способі очищення на 1 тону нітратної кислоти втрачається разом з домішками 66,6 кг аміаку [10]. Питома витрата аміаку згідно калькуляції складає 283,16 кг/т.

З метою удосконалення стадії підготовки сировини в дипломному проекті пропонується заміна фільтру на фільтр більш вдосконаленої конструкції заводу виробника м. Суми. Перевагою даного фільтра з підігрівником аміаку є те, що за рахунок підвищення температури аміаку до 80⁰С зменшується його в'язкість від 12 до 8 Па*с [12], що дозволить в 3-4 рази зменшити втрати аміаку, який виводиться з циклу разом з домішками.

Впровадження пропонованого технічного рішення дозволить зменшити витрати по технічному аміаку до 278,38 (розрахунок наведено п. 2). Таким чином економія аміаку складе:

$$283,16 - 278,38 = 4,7807 \text{ кг/т}$$

7.3 Розрахунок річної виробничої потужності проектного виробництва
Величина річної виробничої потужності визначається по формулі:

$$Q_p = N * g * T_{\text{еф}}, \quad (7.1)$$

де N - кількість однотипних апаратів основного встаткування;

g - годинна продуктивність одного апарата, т/годину;

T_{еф.} - ефективний фонд робочого часу устаткування, годин.

$$T_{\text{еф.}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{рем}} \quad (7.2)$$

де T_{кал} – календарний фонд робочого часу, 8760 година;

T_{рем} – час ремонтних простоїв, годин.

$$T_{\text{рем}} = \sum_{i=1}^m n_i * t_{\text{рем}} \quad (7.3)$$

де m – кількість видів ремонтів у міжремонтному циклі;

n - кількість кожного виду ремонту за рік;

t - планова тривалість простою в кожному виді ремонтів.

$$T_{\text{рем}} = 1 \cdot 336 + 2 \cdot 24 = 384 \text{ год.}$$

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи із графіка ППР за рік планується 408 годин простою устаткування в ремонті.

$$T_{ef} = 8760 - 384 = 8376 \text{ год}$$

$$M_p = 1 \cdot 16,72 \cdot 8376 = 140000 \text{ т}$$

Приймаємо потужність проектного виробництва (Q_1) на рівні розрахункової річної виробничої потужності $Q_1 = M_p = 140000$ т/рік.

Індекс зміни обсягу виробництва продукції в результаті впровадження організаційно-технічних заходів дипломного проекту (I_Q) розраховується відповідно до залежності:

$$I_Q = \frac{Q_1}{Q_0}, \quad (7.4)$$

де Q_0 , Q_1 – показники обсягу виробництва продукції в умовах діючого і проектного виробництва відповідно.

$$I_Q = 140000/140000 = 1$$

7.4 Розрахунок одноразових витрат підприємства на впровадження заходів дипломного проекту

Для впровадження пропонованого технічного рішення необхідно замінити полий фільтр газоподібного аміаку на фільтр з частковим підігрівом.

Розрахунок кошторисної вартості впроваджуваного устаткування зводиться в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 - Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування

Найменування устаткування	Кіл.	Вартість одиниці, грн/шт.	Прейскурантна вартість, грн.	Додаткові витрати, грн.		Усього кошторисна вартість, грн.
				Транспортні витрати (4%)	Монтаж і установка (20%)	
1. Основне (Фільтр)	1	25000	25000	1000	5000	31000
Усього кошторисна вартість						31000

7.5 Обґрунтування і розрахунок індексів зміни виробничих витрат у проекті

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.12.01.ПЗ				

З урахуванням впровадження у виробництво організаційно-технічних заходів, що проектуються, проводиться розрахунок індексів зміни витрат в послідовності їх використання при виконанні економічного аналізу зниження собівартості нітратної кислоти по калькуляційних статтях витрат.

По умовно-змінних статтях витрат в собівартості продукції "Сировина і матеріали", "Напівфабрикати", "Допоміжні матеріали", "Енерговитрати" індекси зміни норм витрат на одиницю продукції (питомих витрат) окремих видів матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів (I^P) в результаті впровадження заходів проекту розраховуються за формулою:

$$I^P = \frac{H_{P_1}}{H_{P_0}}, \quad (7.5)$$

де H_{P_0} , H_{P_1} – норми витрат окремих видів матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів на виробництво одиниці продукції до і після впровадження заходів проекту відповідно.

При впровадженні нового технічного рішення змінюється індекс витрат по статті «Напівфабрикати» за рахунок зменшення витрат аміаку на одиницю продукції

$$I^P = 278,4193/283,16 = 0,9841$$

Індекс зміни річних витрат по статті «Утримання і ремонт устаткування, в т.ч. амортизація» може бути прийнятий рівним індексу зміни вартості устаткування цеху при впровадженні заходів, що проектуються (I^{C_y}):

$$I^{BVEV} \approx I^v = \frac{C_{y1}}{C_{y0}} = \frac{C_{y0} + \Delta C_y}{C_{y0}}, \quad (7.6)$$

де C_{y0} , C_{y1} – вартість устаткування підприємства (підрозділу) до і після впровадження заходів проекту відповідно;

ΔC_y – зміна вартості устаткування в результаті впровадження заходів, що проектуються:

$$\Delta C_y = C_{y_{нов}} - C_{y_{стара}}, \quad (7.7)$$

$$\Delta C_y = 31000 - 12500 = 18500 \text{ грн}$$

									ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$I^{BVEV} = \frac{30166424 + 18500}{30166424} = 1,0006$$

де $C_{y_{ог}}$, $C_{y_{вне}}$ – вартість знов впроваджуваного устаткування (табл. 7.2) і устаткування підприємства (підрозділу), що виводиться з експлуатації, згідно проекту.

Індекси інших статей витрат у складі собівартості продукції приймаються рівними 1.

7.6 Розрахунок зміни собівартості продукції підприємства в проектуваному періоді

Розрахунок зміни собівартості продукції в результаті впровадження у виробництво організаційно-технічних заходів дипломного проекту проводиться по калькуляційних статтях з урахуванням зміни окремих елементів.

По умовно-змінних статтях витрат цеху в собівартості продукції "Сировина і матеріали", "Напівфабрикати", "Допоміжні матеріали", "Енерговитрати" залежно від проектованої зміни питомих витрат і цін на окремі види ресурсів розрахунок зміни повної собівартості продукції проводиться відповідно до залежності (7.10):

$$\Delta C_{i\%} = 100 \cdot (I_i^P \cdot I_i^U - 1) \cdot d_{cm} \cdot d_i, \quad (7.8)$$

де $\Delta C_{i\%}$ – зміна повної собівартості виробництва продукції за рахунок зміни питомих витрат i -го виду матеріально-сировинного, енергетичного ресурсу і цін на нього %; $i=1,2,3,\dots,n$;

n – кількість видів ресурсів в межах однієї статті матеріальних витрат, по яких спостерігається зміна питомих витрат або цін;

I_i^P – індекс зміни питомих витрат i -го виду ресурсу в результаті впровадження заходів проекту;

I_i^U – індекс зміни ціни i -го виду ресурсу за проектом;

d_{cm} – питома вага статті матеріальних витрат у повній собівартості продукції в діючому виробництві;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		ДП.12.01.ПЗ
						Арк.

d_i – питома вага матеріальних витрат на і-й вид ресурсу в статті витрат.

При впровадженні нового технічного рішення змінюється індекс витрат по статті «Напівфабрикати» за рахунок зменшення витрат по аміаку, таким чином зміна собівартості по даній статті складе:

$$\Delta C_{i\%} = 100 \cdot (1 \cdot 0,9841 - 1) \cdot 0,0757 \cdot 1 = -0,12 \%$$

По умовно-постійних статтях річних витрат виробництва розрахунок зміни повної собівартості продукції в результаті впровадження організаційно-технічних заходів дипломного проекту не виконується, тому що змін по даних статтях не відбувається.

Зміна повної собівартості виробництва продукції цеху в проектуваному періоді по статті "Витрати на утримання та експлуатацію устаткування", у т.ч. амортизація, визначається відповідно до залежності, %:

$$\Delta C_{BVEV\%} = 100 \cdot \left(\frac{I^{BVEV}}{I_Q} - 1 \right) \cdot d_{BVEV} \cdot d_{(p)}, \quad (7.9)$$

де I^{BVEV} – індекс зміни витрат по статті "Витрати на утримання та експлуатацію устаткування";

$d_{ам(р)}$ – питома вага витрат на амортизацію або ремонт устаткування в цій статті.

$$\Delta C_{BVEV\%} = 100 \cdot \left(\frac{1,0006}{1} - 1 \right) \cdot 0,0053 \cdot 0,001 = 0,000000318\%$$

Розрахунок зміни собівартості виробництва продукції в проектуваному періоді у вартісному виразі виконується за формулою:

$$\Delta C_i = \frac{C_0 \cdot \Delta C_{i\%}}{100}, \text{ грн./фіз. од.} \quad (7.10)$$

$$\Delta C_n = \frac{2191,18 \cdot (-0,12)}{100} = -2,63 \text{ грн.}$$

$$\Delta C_n = \frac{2191,18 \cdot 0,0006}{100} = 0,013 \text{ грн.}$$

						ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для оцінки сукупної зміни собівартості виробництва продукції цеху в проєктованому періоді підводиться підсумок змін по окремих статтях витрат. Результати розрахунків зводяться в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 - Зниження повної собівартості продукції

Найменування витрат	Витрати на одиницю продукції по базовому варіанту		Зменшення собівартості в виробництві, що проєктується		Витрати на одиницю продукції в проєктованому виробництві грн./т
	грн./т	питома вага в собівартості	%	грн./т	
1.Напівфабрикати	165,88	0,0757	-1,6	-2,63	163,25
2.Допоміжні матеріали	1989,34	0,9079	-	-	1989,34
Разом	2155,22		-0,12	-2,63	2152,59
4. Енерговитрати	-3,32	-0,0015	-	-	-3,32
5.Оплата праці основних робітників (з відрахуванням на соціальні потреби)	1,26	0,00058	-	-	1,26
6.Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	11,51	0,0053	$0,318 \cdot 10^{-6}$	0,00	11,51
у т.ч. амортизація	2,35	0,001	-	-	2,35
7. Загальновиробничі витрати	15,76	0,0072	-	-	15,76
8. Виробнича собівартість	2182,78	0,9962	-0,12	-2,63	2180,15
9.Адміністративно-збутові витрати	8,40	0,0038	-	-	8,40
10. Повна собівартість	2191,18	1,0000	-0,12	-2,63	2188,55

7.7 Розрахунок техніко-економічних показників діяльності підприємства в проєктованому періоді

Завершується техніко-економічне обґрунтування ефективності формуванням таблиці техніко-економічних показників (табл. 7.4), що повною мірою характеризують розробки:

Завершується техніко-економічне обґрунтування ефективності формуванням таблиці техніко-економічних показників (табл. 7.3), що повною мірою характеризують розробки:

1. Прибуток на одиницю виробленої продукції ($P_{од}$), грн.:

$$P_{од} = C - C_{од}, \quad (7.11)$$

де C , C – ціна та собівартість одиниці продукції цеху відповідно, грн.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.12.01.ПЗ

$$П_{од.1} = 2400 - 2191,18 = 208,82 \text{ грн./т}$$

$$П_{од.0} = 2400 - 2188,55 = 211,45 \text{ грн./т}$$

$$\Delta П_{од} = 211,45 - 208,82 = 2,63 \text{ грн./т}$$

$$\Delta П_{од.} = 2,63 / 208,82 * 100 = 1,26 \%$$

2. Річний прибуток від виробництва продукції (П):

$$П = П_{од} \cdot Q, \tag{7.12}$$

де Q – річний обсяг виробництва продукції цеху у натуральному виразі, фіз. од.

$$П_0 = 208,82 * 140000 = 3132300 \text{ грн./ рік}$$

$$П_1 = 211,45 * 140000 = 31717500 \text{ грн./ рік}$$

$$\Delta П = 31717500 - 31323000 = 394500 \text{ грн./ рік}$$

$$\Delta П = 394500 / 31323000 * 100 = 1,26 \%$$

3. Рентабельність витрат на виробництво продукції (P), %:

$$P = \frac{П}{C} \cdot 100\%. \tag{7.13}$$

$$P_{п(0)} = 208,82 / 2191,18 * 100 = 9,53\%$$

$$P_{п(1)} = 211,45 / 2188,55 * 100 = 9,66\%$$

$$\Delta P_{п} = 9,66 - 9,53 = 0,13\%$$

4. Фондовіддача (f_o), грн./грн.:

$$f = \frac{Q^p}{\Phi}, \tag{7.14}$$

де Q^p – річний обсяг виробництва продукції підприємства (підрозділу) у вартісному виразі, грн.;

$\bar{\Phi}$ – середньорічна вартість основних виробничих фондів виробництва, грн.

Вартість основних фондів:

$$\bar{\Phi}_{(0)} = 90301741 \text{ грн.}$$

$$\bar{\Phi}_{(1)} = 90301741 + 18500 = 90320241 \text{ грн.}$$

Річний обсяг виробництва продукції у вартісному вираженні

$$Q^B = Q \cdot Ц \tag{7.15}$$

					ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q – річний випуск азотної кислоти в натуральному вираженні

C – відпускна ціна 1 т азотної кислоти

$$Q^B_0 = Q^B_1 = 140000 * 2400 = 336000000 \text{ грн.}$$

$$f_{(0)} = 336 * 10^6 / 90301741 = 3,99 \text{ грн./грн.}$$

$$f_{(1)} = 336 * 10^6 / 90320241 = 3,99 \text{ грн./грн.}$$

5. Рентабельність основних виробничих фондів виробництва (R_Φ), %:

$$R_\Phi = \frac{\Pi}{\Phi} \cdot 100\% . \quad (7.16)$$

$$R_{\Phi(0)} = 31323000 / 90301741 * 100 = 34,7 \%$$

$$R_{\Phi(1)} = 31717500 / 90320241 * 100 = 35,1 \%$$

$$\Delta R_\Phi = 35,1 - 34,7 = 0,4 \%$$

6. Продуктивність праці основних робітників, фіз. од./осіб. :

$$ПП = \frac{Q}{Ч}, \quad (7.17)$$

де $Ч$ – середньооблікова чисельність основних виробничих робітників виробництва.

$$ПП_{(0)} = ПП_{(1)} = 140000 / 69 = 2173,9 \text{ т/особу}$$

7. Річний економічний ефект від впровадження заходів проекту за рахунок:

збільшення прибутку ($E_{\Delta\Pi}$):

$$E_{\Delta\Pi} = \Delta\Pi = \Pi_1 \cdot Q_1 - \Pi_0 \cdot Q_0, \quad (7.18)$$

де Π_0 , Π_1 – річний прибуток підприємств (підрозділу) від виробництва продукції в діючому та проектуваному періодах відповідно;

Q_0 , Q_1 – річний обсяг виробництва продукції у натуральному виразі в діючому та проектуваному періодах відповідно.

$$E_{\Delta\Pi} = \Delta\Pi = 394500 \text{ тис. грн.}$$

- зниження собівартості ($E_{\Delta C}$):

$$E_{\Delta C} = \Delta C \cdot Q_1 = (C_1 - C_0) \cdot Q_1, \quad (7.19)$$

									ДП.12.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де C_0 , C_1 – собівартість одиниці продукції підприємства (підрозділу) в діючому та проектованому періодах відповідно.

$$E_{\Delta} = \Delta C \cdot Q_1 = -2,63 \cdot 140000 = -368200 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків основних ТЕП виробництва продукції виробництва в діючому та проектованому періодах наводяться в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 - Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Діюче виробництво	Проектоване виробництво	Зміна показників, %
1. Річний обсяг виробництва продукції:				
• у натуральному виразі	т	140000	140000	-
• у вартісному виразі	тис. грн.	336000	336000	-
2. Річна собівартість виробництва продукції	тис. грн.	328677	328282,5	-0,12
3. Річний прибуток від виробництва продукції	тис. грн.	31323	31717,5	1,26
4. Ціна одиниці продукції	грн./т	2400	2400	-
5. Собівартість одиниці продукції	грн./т	2191,18	2188,55	-0,12
6. Прибуток на одиницю виробленої продукції	грн./ т	208,82	211,45	1,26
7. Рентабельність витрат на виробництво продукції	%	9,53	9,46	1,36
8. Вартість основних виробничих фондів	тис.грн.	90301,741	90320,241	0,02
9. Фондовіддача	грн./грн	3,99	3,99	-
10. Чисельність працівників	осіб	88	88	-
у т.ч. основних робітників	осіб	69	69	-
11. Продуктивність праці основних робітників	т/особу	2173,9	2173,9	-
12. Річний економічний ефект від зниження собівартості	тис. грн.	-	368,2	-

На підставі вищенаведених розрахунків можна зробити висновок, що впровадження пропонованого технічного рішення дозволить знизити собівартість продукції на 0,12%, відповідно збільшити прибуток на 1,26%, збільшити рентабельність витрат на виробництво продукції на 1,36% і одержати річний економічний ефект у сумі 368,2 тис. грн.

Висновки

В дипломному проекті було розглянуто стадію підготовки амоніаку у виробництві нітратної кислоти потужністю 140 тис. т/рік.

З метою вдосконалення стадії підготовки сировини запропоновано замінити апарат, що містить перфорований стакан обтягнутий фільтрувальною тканиною, на фільтр більш удосконаленої конструкції із вбудованим змійовиком. Така конструкція фільтру дозволить проводити очистку за більш високою температурою до 80⁰С, замість 50⁰С, тобто меншою в'язкістю амоніаку, що значно зменшує втрати амоніаку в процесі очистки.

Розроблена технологічна схема виробництва нітратної кислоти, виконані матеріальний та тепловий баланси, розрахунок основного апарату стадії підготовки амоніаку – фільтру, підібрано допоміжне обладнання. Представлені фізико-хімічні характеристики основних і проміжних продуктів процесу, вказані кількість джерел забруднення, їх характеристики, норми утворення відходів, надана характеристика виробничих небезпек, методи і засоби їх запобігання, а також особливі вимоги безпеки. Розглянуті питання, що стосуються автоматизації технологічного процесу та екології в проектуваному виробництві. Виходячи з проведених розрахунків можна зробити висновок, що при розсіюванні викиду навколишньому середовищу не буде причинено шкоди. Заходи по забезпеченню охорони навколишнього середовища не потрібні.

Впровадження запропонованого технічного рішення дозволить знизити собівартість продукції на 0,12%, відповідно збільшити прибуток на 1,26%, збільшити рентабельність витрат на виробництво продукції на 1,36% і одержати річний економічний ефект у сумі 368,2 тис. грн.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Висновки</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>					
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>					
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

Анотація

В роботі розглянуто виробництво нітратної кислоти потужністю 140 тис. т/рік з розробкою стадії підготовки амоніаку. Запропоновано замінити апарат, що містить перфорований стакан обтягнутий фільтрувальною тканиною, на фільтр більш удосконаленої конструкції із вбудованим підігрівачем. Запропоноване рішення приводить до зниження собівартості виробництва на 0,12%, річний економічний ефект від зниження собівартості 368,2 тис. грн.

Аннотация

В работе рассмотрено производство азотной кислоты мощностью 140 тыс. т/год с разработкой стадии подготовки аммиака. Предложено заменить аппарат, содержащий перфорированный стакан обтянутый фильтровальной тканью, на фильтр более усовершенствованной конструкции со встроенным подогревателем. Данное решение приводит к снижению себестоимости производства на 0,12%, годовой экономической эффект от снижения себестоимости 368,2 тыс. грн.

Annotation

The thesis considers the production of nitric acid with a capacity of 140 thousand tons per year with the development of the stage of ammonia preparation. It is proposed to replace the apparatus containing a perforated glass covered with a filter cloth with a filter of a more advanced design with a built-in heater. This decision leads to a decrease in the production cost by 0.12%, the annual economic effect from the cost reduction is 368.2 thousand UAH.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Цуканов Є.В.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм</i>		

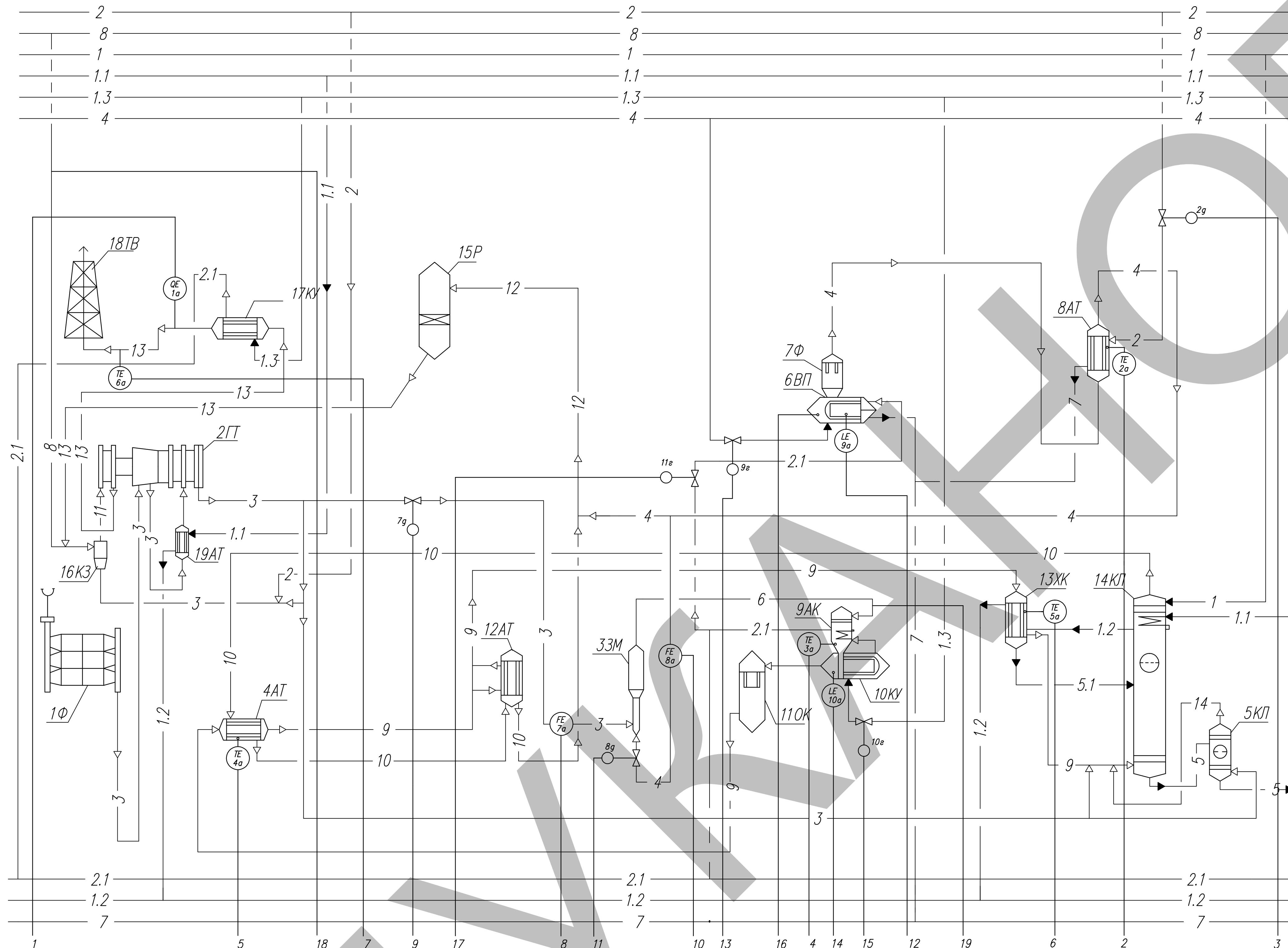
Література

1. Атрощенко В.И., Каргин Е.И. Технология азотной кислоты: Уч.пособие для вузов. М.: Химия, 1980. -493 с.
2. Караваев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф. Каталитическое окисление аммиака. М.: Химия, 1983. -231 с.
3. Ведерников М.И. и др. Технология соединений связанного азота. -М.: Высшая школа, 1967. – 424 с.
4. Добровольский Е.И., Васильченко А.Е. Производство азотной кислоты под давлением 0,73 МПа. М.: НИИТЭХИМ, 1983 – 95 с.
5. Арутюнян В.А., Рожкова О.М.// Хим.пром.1974. №6. с.26-32.
6. Семич Л.П. и др.// Азотнюпром. 1979. №6. с.26-32.
7. Справочник азотчика./Под редакцией Мельникова Е.Я. –М.: Химия, т.2, 1987.- 464 с.
8. Караваев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф. Каталитическое окисление аммиака. М.: химия, 1983. 231 с.
9. Технология связанного азота./Под редакцией Атрощенко В.И.-К.: Вища школа,1985.- 327 с.
10. Постоянный технологический регламент производства неконцентрированной азотной кислоты под давлением 0,73 МПа (7,3 кгс/см²) цеха № 5/6. г.Северодонецк ЗАО "Объединение Азот", 2005 г.
11. Мелконян С.М. Производство слабой азотной кислоты. -Киев: Техника, 1966.-188 с.
12. Справочник азотчика./Под редакцией Мельникова Е.Я. –М.: Химия, т.1, 1986.- 512 с.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия. 1981.-560с.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Цуканов Є.В.			<i>Література</i>						
Перев.		Зубцов Є.І.									
Консульт.											
Н. Контр.											
Затв.		Суворін О.В.									
					<i>СНУ ім. В.Даля гр.ТНР-19дм</i>						

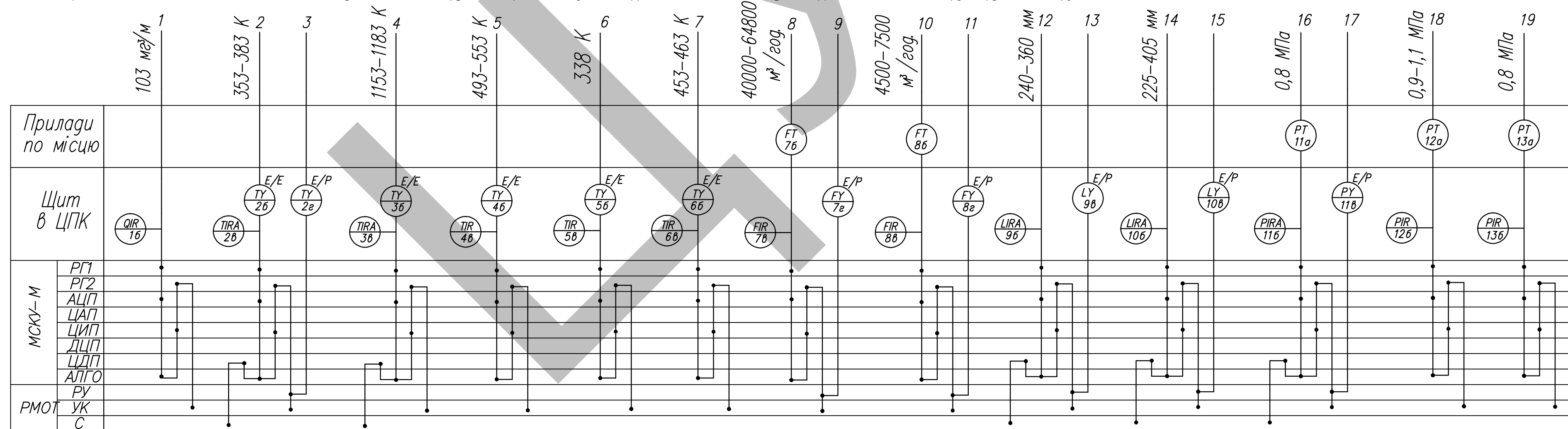
14. Краткий справочник физико-химических величин.// Под ред. К.П.Мащенко и А.А.Равделя.- Л.: Химия, 1974.
15. В.А. Жужиков. Фильтрование. Издательство “Химия”, 1968 г.
16. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности. Справочник под редакцией И.В.Рябова. Москва, Химия, 1970 г., стр. 336.
17. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ По ред.Ю.И.Дытнерского. М.: химия, 1991. – 496 с.
18. Лащинский Н.Н., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химических аппаратов. М.: Химия, 1969.
19. Вредные вещества в промышленности. Справочник./Под ред. Лазарева Н.В. и Левиной Э.Н.. – Л.: Химия, 1976.1-2 т.
20. Стенцель Й.І. Автоматика та автоматизація хіміко – технологічних процесів / Стенцель Й.І. – Луганськ, 2004. – 376 с.
21. Целіщев О.Б., Лорія М.Г. Методичні вказівки до виконання розділу «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами» для студентів-дипломників денної та заочної форм навчання хімічного факультета. – Сєверодонецьк.: СТІ, 2004. – 22 с.
22. Римар Т.Е., Попенко Г.В., Шарун О.П. - Методичні вказівки до до виконання розділу дипломних проектів (робіт) «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» для студентів V курсу денної та заочної форми навчання спеціальностей: 7.04010601, 7(8).05130101, 7(8).05130102, 7(8).05130105, 7(8).05130107 7(8).05020201. - Сєверодонецьк: ТІ СНУ ім. В. Даля, 2012 р., 108 стор.
23. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітнім ступенем магістр спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія" денної та заочної форм навчання / Укладачі: О.В. Суворін, І. В. Кравченко, М. А. Ожередова, Т. Е. Римар - Сєверодонецьк: СНУ ім. Володимира Даля, 2018 – 113 стор.

					<i>ДП.12.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



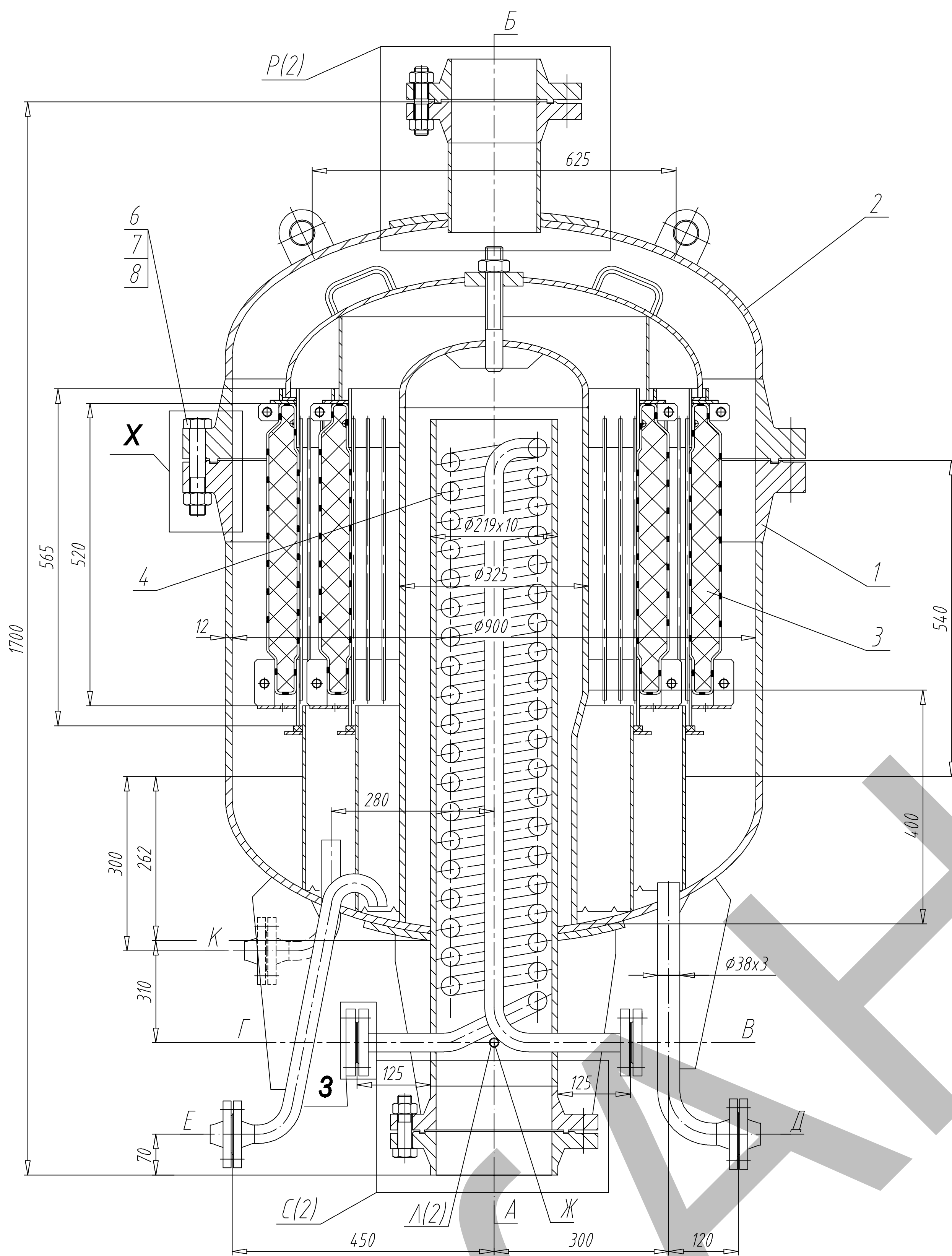
Умовне графічне позначення	Найменування середовища в трубопроводі	Примітки
— 1 —	Вода глибокознесолена	
— 1.1 —	Вода оборотна пряма	
— 1.2 —	Вода оборотна зворотня	
— 1.3 —	Вода деаерована	
— 2 —	Пара	P=0,5 МПа
— 2.1 —	Пара	P=1,6 МПа
— 3 —	Повітря	
— 4 —	Аміак	
— 5 —	Нітратна кислота	58-60%
— 5.1 —	Нітратна кислота	40 %
— 6 —	Аміачно-повітряна суміш	
— 7 —	Конденсат паровий	
— 8 —	Газ природний	
— 9 —	Газ нітрозний	
— 10 —	Газ хвостовий	
— 11 —	Суміш повітря і палива	
— 12 —	Газ змішаний	
— 13 —	Газ хвостовий очищений	
— 14 —	Оксиди азоту	

Поз.	Найменування	Кільк.	Примітки
1Ф	Апарат очищення повітря	1	
2ГТ	Газотурбинний агрегат	1	
3ЗМ	Змішувач	1	
4АТ	Підігрівач хвостових газів I ступеня	1	
5КП	Колона продувна	1	
6ВП	Випарювач аміаку	1	
7Ф	Фільтр аміаку	1	
8АТ	Підігрівач аміаку	1	
9АК	Апарат контактний	1	
10К,17К	Казан-утилізатор	2	
11ОК	Окиснювач	1	
12АТ	Підігрівач хвостових газів II ступеня	1	
13ХК	Холодильник-конденсатор	2	
14КП	Колона абсорбційна	1	
15Р	Реактор селективного очищення	1	
16КЗ	Камера згоряння	1	
18ТВ	Труба вихлопна	1	
19АТ	Охолоджувач повітря	1	



ПД 12.02. СХ

Функціональна технологічна схема		Літ.	Маса	Масштаб
Виробництва неконцентрованої нітратної кислоти потужністю 140 тис т/рік		ДП		
Зам. Лист № докум.	Підп. Дата	Лист Листів		
Розроб. Цжанов		СНУ ім. В.Дала		
Кер. пр. Зубив Е.І.		гр. ТНР-19дм		
І.контр.				
Н.контр.				
Затв. Суварін О.В.				



Таблиця штуцерів

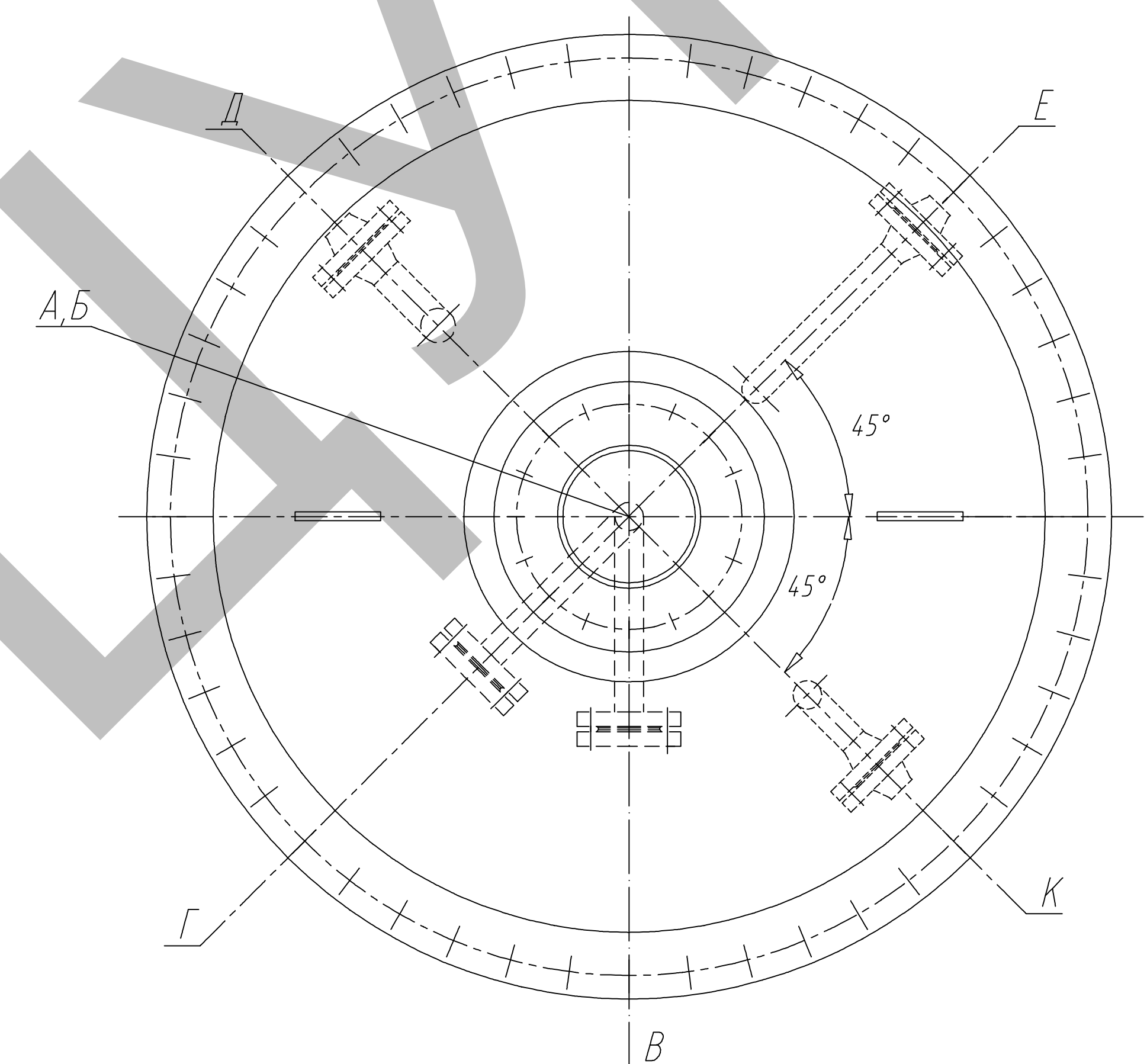
Обоз	Найменування	Кол.	Dy, мм	Рy МПа
А	Вхід газоподібного аміаку	1	200	2,5
Б	Вихід газоподібного аміаку	1	150	2,5
В	Вхід пари	1	25	1,6
Г	Вихід конденсату	1	25	1,6
Д	Дренаж рідкого аміаку	1	32	2,5
Е	Дренаж масла	1	25	2,5
Ж	Відбір аналізу	1	10	2,5
К	Вхід рідкого аміаку	1	25	2,5

Технічна характеристика

	в апараті	в змійовку
1. Робоча температура, °С	30	183
2. Розрахункова температура, °С	50	200
3. Робочий тиск, МПа	1,6	1,5
4. Розрахунковий тиск, МПа	2,5	1,6
5. Пробний гідралічний тиск, МПа	3,1	2,3
6. Середовище:		
найменування	газоподібний аміак	вода
токсичність	так	ні
вибухонебезпечність	так	ні
пожежонебезпека	так	ні
7. Поверхня теплообмінника, м ²		0,78
8. Внутрішній об'єм, м ³	0,63	0,0005

Технічні вимоги

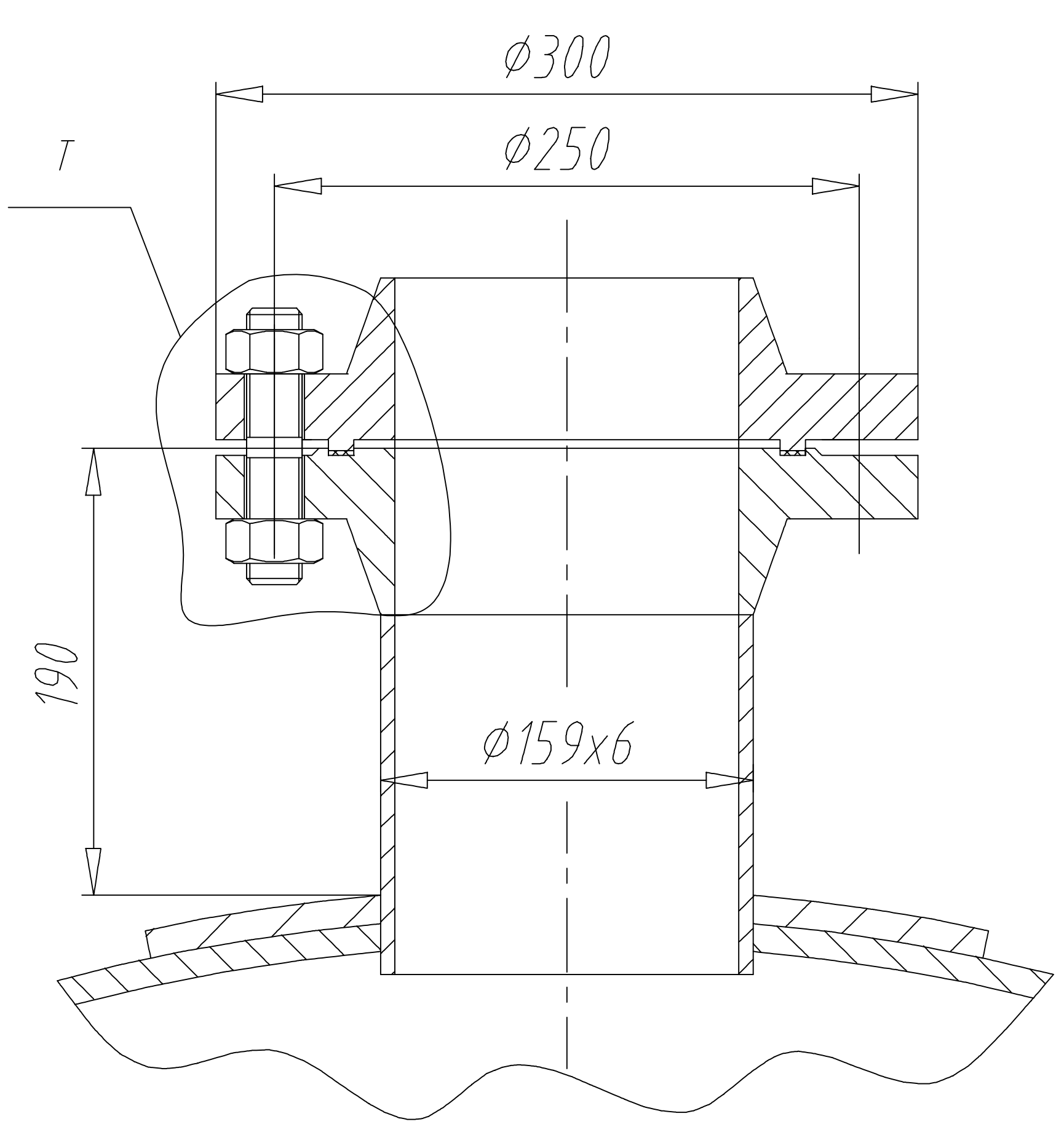
- Виготовлення, випробування і приймання ємнісного апарату проводити згідно з вимогами ГСТУ 3-17-191-2000 "Посудини та апарати сталіні зварні. Загальні технічні умови".
- Апарат підлягає введенню органів Держнаглядохоронпраі
- Зварювання проводити відповідно до вимог ГСТУ 3-020-2001 "Зварювання в хімічному машинобудуванні. Вимоги до технологічного процесу".
- Зварні шви піддати контролю ультразвуковою дефектоскопією в обсязі 100%



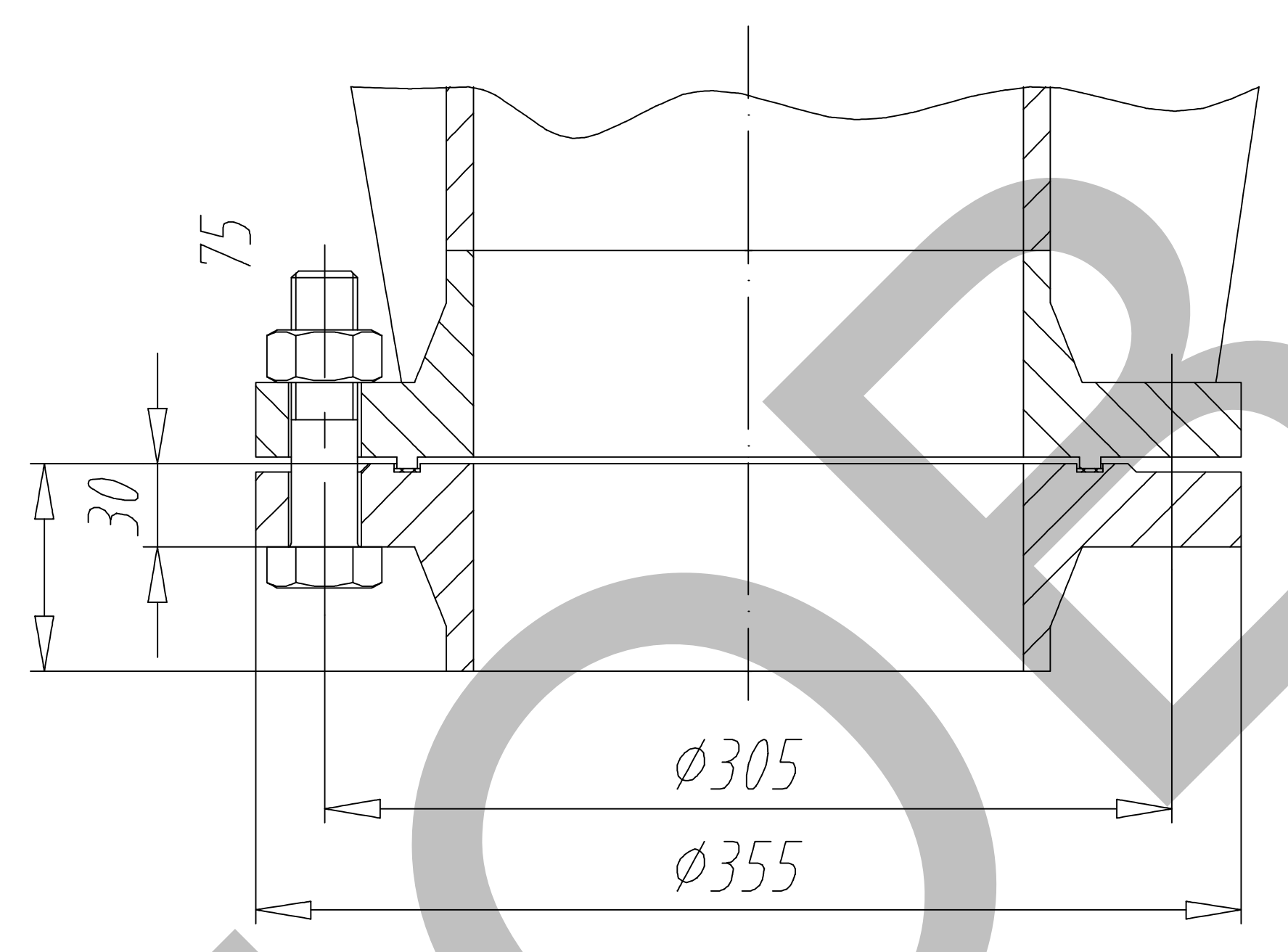
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, кг	Найменування та марка матеріалу	Прим.
1		Складальні одиниці				
2		Корпус	1			
3		Кришка	1			
4		Фільтруючий пристрій	1			
5		Змійовик	1			
		Стандартні вироби				
6		Болт М27х14.0.58				
		ГОСТ 7798-70	48			
7		Гайка М27.5				
		ГОСТ 5915-70	48			
8		Прокладка 1-900-2,5				
		ГОСТ 28759.6-90	1			

ПД. 12.03.ВЗ					
Вим.	Лист	Назва	Підпис	Дата	
Розроб.		Дробов			Фільтр газоподібного аміаку Креслення загальної виду
Провер.		Зубова			
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.		Сумарін О.В.			Лист 1
					Листов 2
					СНЧ ім. Дала гр. ТНР-192н

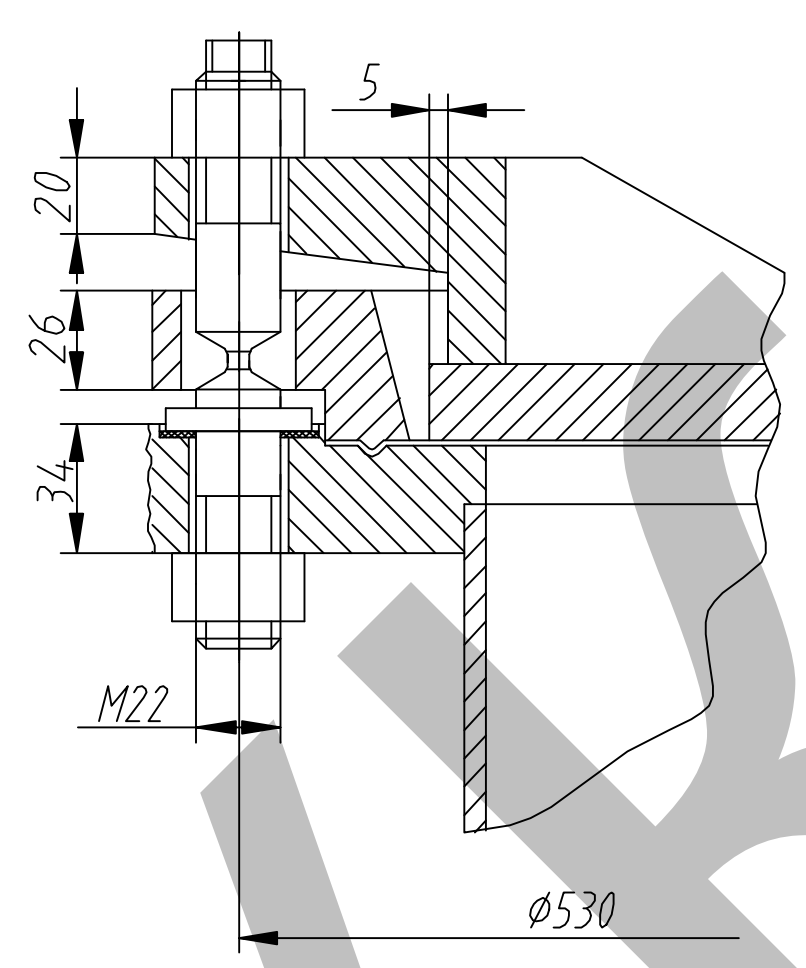
P(1:4)



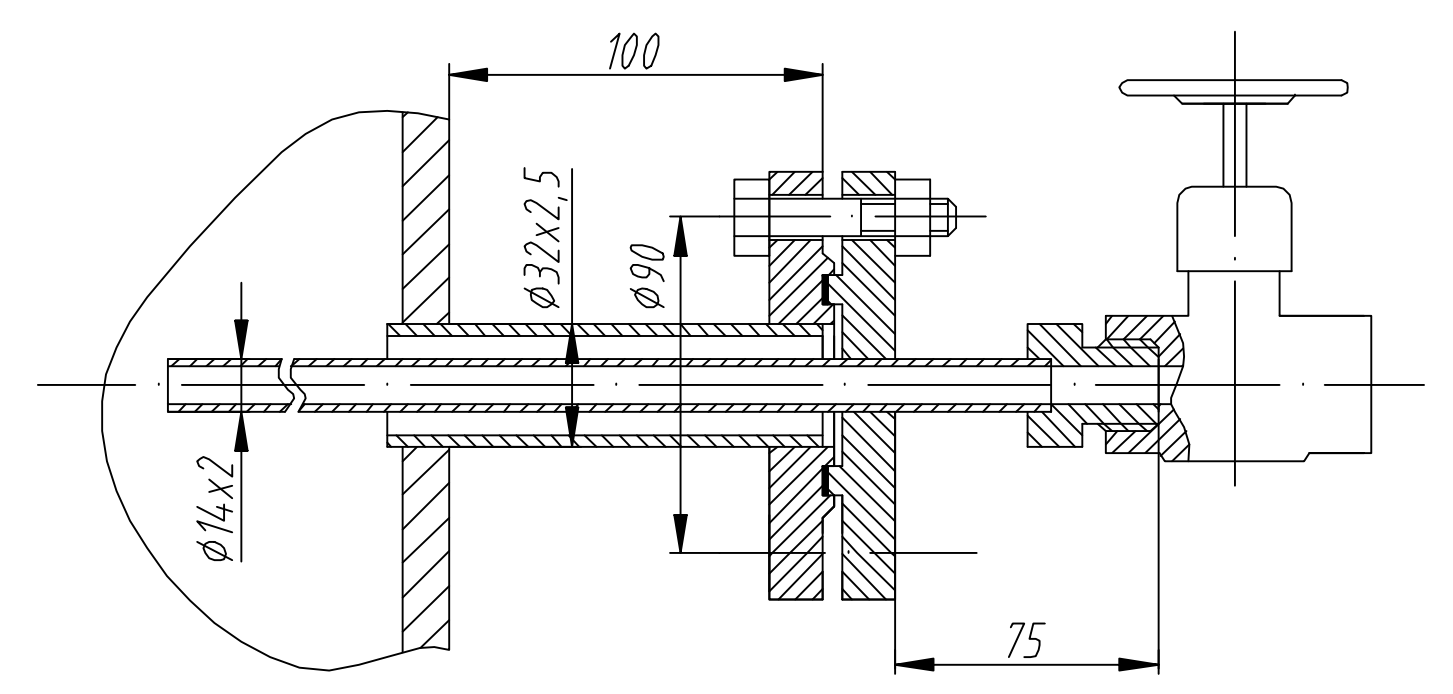
C(1:4)



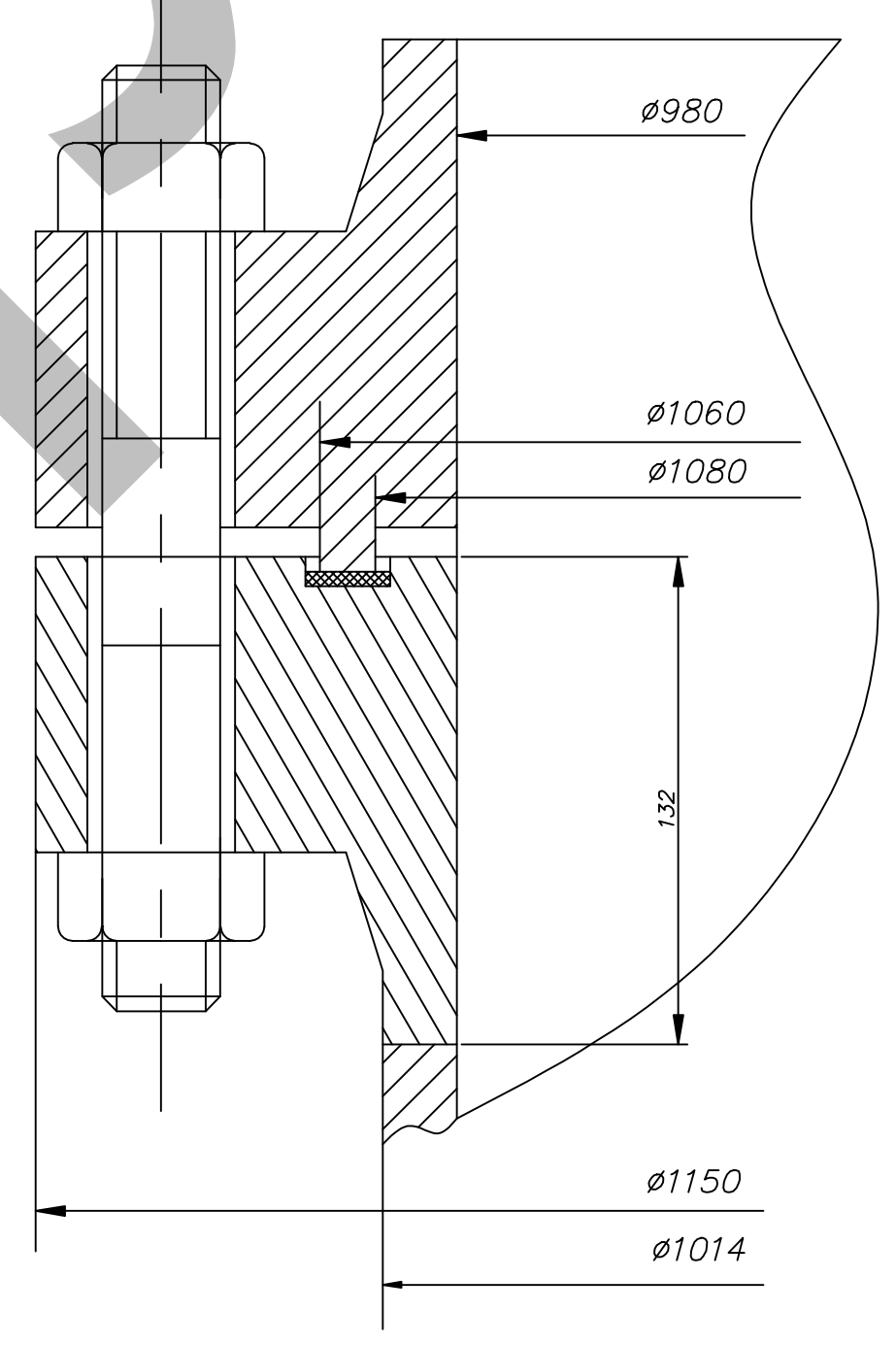
T(1:2)



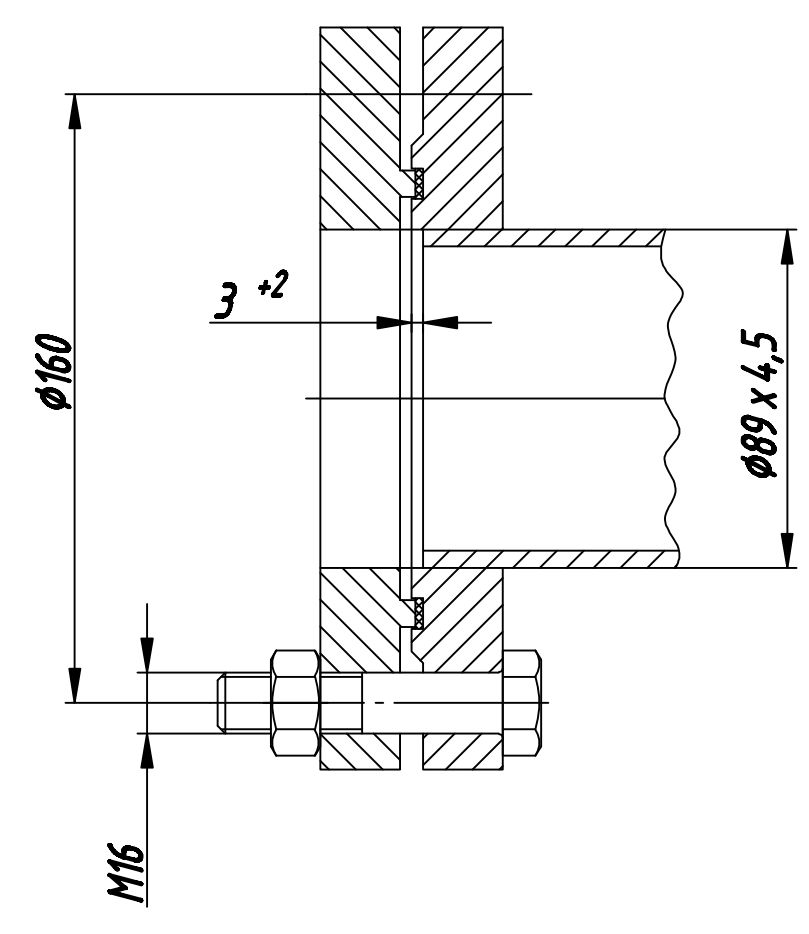
A(1:2)



X(1:2)

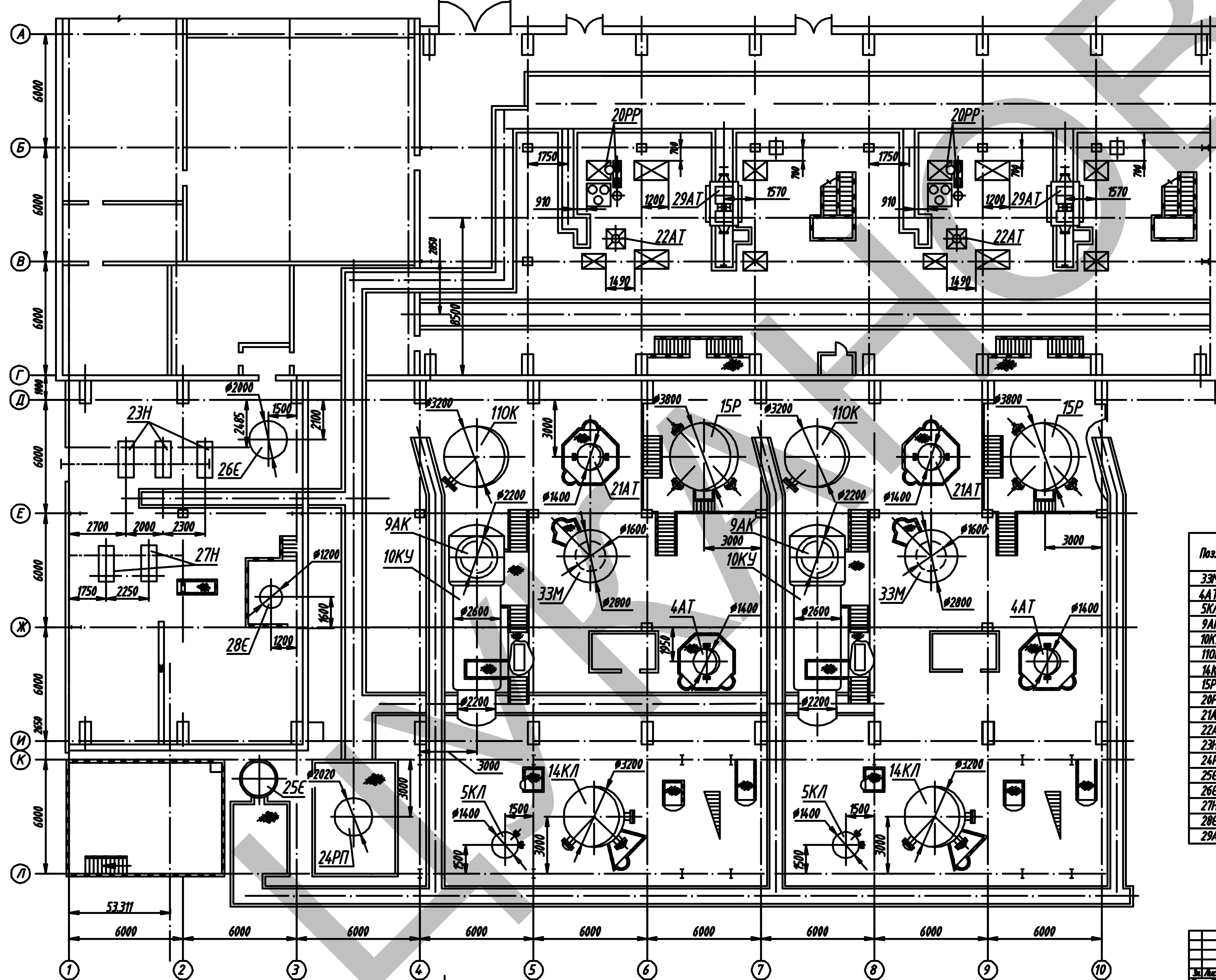


3(1:2)



ПД. 12.04.001					Лист	Масштаб
Имя	Лист	Наименование	Подпись	Дата	Лист 1	Листов 2
Разраб.	Дробинюк	Фильтр газоподобного амиаку				
Провер.	Зубарева	Бузлы та деталі				
Т.контр.						
Н.контр.		Виробництво неконцентрованої нітратної кислоти потужністю 140 тис.т/рік			Лист 1	Листов 2
Узв.	Смирнів С.В.				СНУ ім. Дюла гр. ТНР-192м	

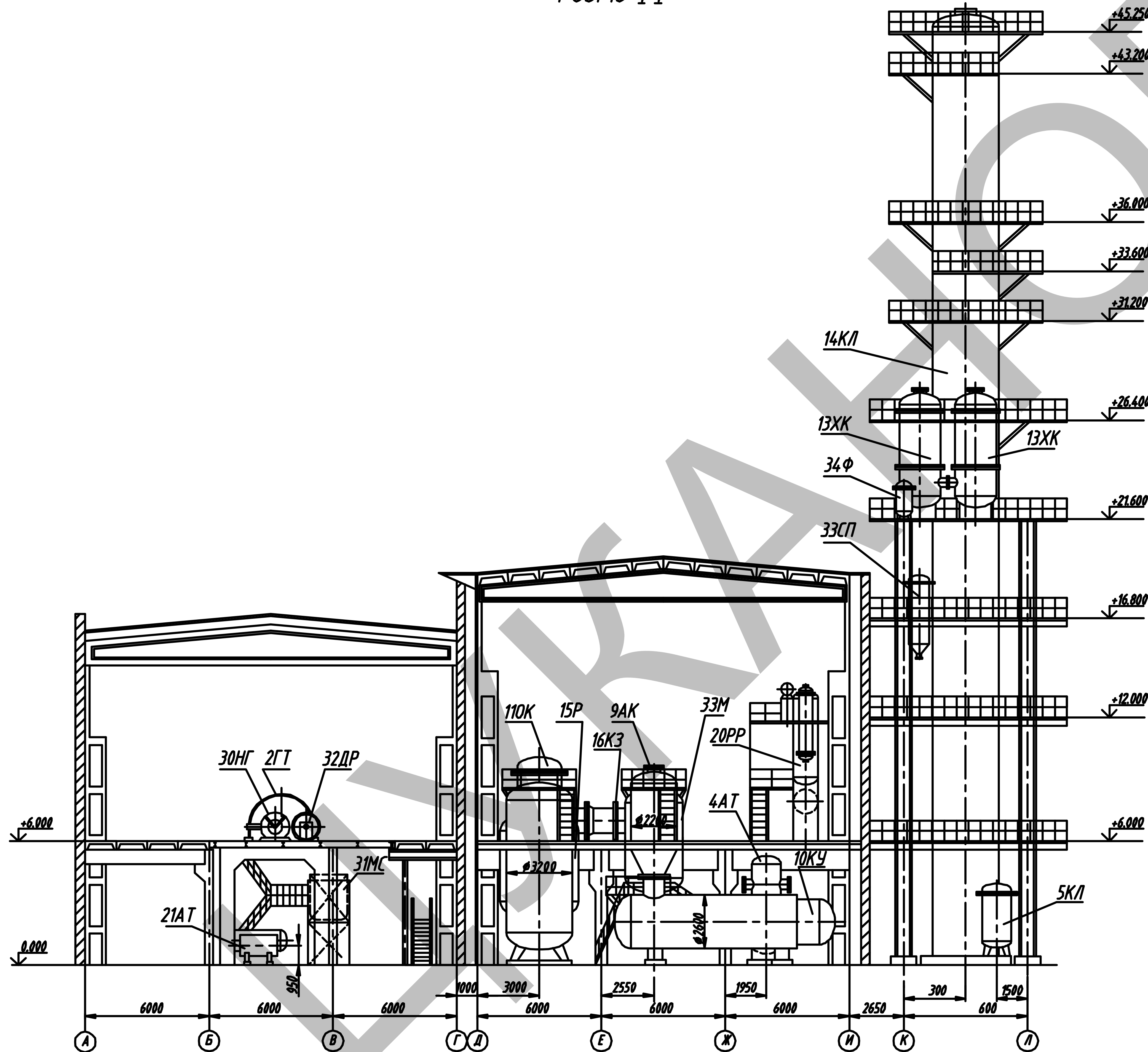
План на відм. 0.000 м



Поз.	Найменування	Кільк.	Примітка
33M	З'єднвач	2	
4AT	Підгрівач хвостових газів I ступеня	2	
5K/I	Колона продувна	2	
9AK	Апарат контактний	2	П.Д. 04. 03. В3
10KY	Казан-циклізатор	2	
110K	Окислювач	2	
14K/I	Колона абсорбційна	2	
15P	Реактор селективного очищення	2	
20PP	Рідинний регулятор ковзання	2	
21AT	Підгрівач повітря	2	
22AT	Повітряохолоджувач разгонного двигуна	2	
23H	Насос поживний	3	
24P/I	Розширювач періодичного продування	1	
25E	Бак дренажний	1	
26E	Бак для відпрацьованого масла	1	
27H	Конденсатний насос	2	
28E	Збірник парового конденсату	1	
29AT	Повітряохолоджувач	2	

12.05.11			
Зв. / Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Лист	Лист	Лист	Лист
План цеху			1:100
Виробництво неконцентрованої азотної кислоти потужністю 140 тис.т/рік			010 Ін. Бюро Фр. 100-010
Зам. Сторож Д.В.			

Розріз I-I



Поз.	Найменування	Кільк.	Примітка
2ГТ	Газотурбинний агрегат	1	
33М	З'єднвач	1	
4АТ	Підігрівач хвостовик газів I ступеня	1	
5КЛ	Колона провідна	1	
9АК	Апарат контактний	1	ПД. 04. 03. ВЗ
10КУ	Казан-утилізатор	1	
110К	Окислювач	1	
13ХК	Холодильник-конденсатор	2	
14КЛ	Колона абсорбційна	1	
15Р	Реактор селективного очищення	1	
16КЗ	Камера згоряння	1	
20РР	Рідкий регулятор ковзання	1	
21АТ	Підігрівач повітря	1	
30НГ	Нагнітач	1	
31МС	Масляна система агрегату	1	
32ДР	Двигун газотурбинний	1	
33СП	Сепаратор-підігрівач	1	
34Ф	Фільтр для шлювання платини	1	

ПД. 12.06.Р3			
Зв. / Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розробк.	4000		
Кор. ар.	4000		
Г. випуск			
Н. випуск			
Зам.	Сторож Д.В.		
Розріз цеху		Л/П	1:100
Виробництво неконцентрованої озонної кислоти потужністю 140 тис.т/рік		Лист	Листів
		000	000

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показники	Одиниці вимірювання	Діюче виробництво	Проектоване виробництво	Зміна показників, %
1. Річний обсяг виробництва продукції:				
• у натуральному виразі	т	140000	140000	-
• у вартісному виразі	тис. грн.	336000	336000	-
2. Річна собівартість виробництва продукції	тис. грн.	328677	328282,5	-0,12
3. Річний прибуток від виробництва продукції	тис. грн.	31323	31717,5	1,26
4. Ціна одиниці продукції	грн./т	2400	2400	-
5. Собівартість одиниці продукції	грн./т	2191,18	2188,55	-0,12
6. Прибуток на одиницю виробленої продукції	грн./ т	208,82	211,45	1,26
7. Рентабельність витрат на виробництво продукції	%	9,53	9,46	1,36
8. Вартість основних виробничих фондів	тис.грн.	90301,741	90320,241	0,02
9. Фондовіддача	грн./грн	3,99	3,99	-
10. Чисельність працівників	осіб	88	88	-
у т.ч. основних робітників	осіб	69	69	-
11. Продуктивність праці основних робітників	т/особу	2173,9	2173,9	-
12. Річний економічний ефект від зниження собівартості	тис. грн.	-	368,2	-

ЛД 12.07. СХ			
Зм.	Лист № докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Цижанов		
Кер. пр.	Зубиць Е.І.		
І.контр.			
Канцлєр			
Н.контр.			
Затв.	Суварін О.В.		

Літ.	Маса	Масштаб
ДП		
Лист	Листів	

Техніко-економічні показники

Виробництва неконцентрованої нітратної кислоти потужністю 140 тис. т/рік

СНУ ім. В.Доля
гр. ТНР-19дм