

ЗМІСТ

	стор.
Зміст	9
Вступ.....	10
1 Обґрунтування та вибір способу виробництва	13
1.1 Методи отримання водню для цеху синтезу аміаку	13
1.1.1 Залізнопаровий спосіб	13
1.1.2 Виробництво водню методом електролізу	13
1.1.3 Конверсія природного агзу	13
1.2 Порівняння методів отримання водню в синтезі аміаку	14
2 Характеристика виробленої продукції, вихідної сировини та напівпродуктів, матеріалів, енергетичних ресурсів	16
3 Характеристика прийнятого методу виробництва, хімізм, теоретичні основи і обґрунтування технологічних режимів	20
3.1 Основи процесу парового реформінгу природного газу	20
3.2 Фізико-хімічні основи процесу парової конверсії природного газу	21
3.3 Рівновага парової конверсії метану	22
3.4 Кінетика процесу парової конверсії метану	25
4 Опис технологічної схеми виробництва	27
5. Визначення витрати сировини та допоміжних матеріалів	30
5.1 Матеріальний баланс	30
5.2 Енергетичний баланс	33
5.3 Визначення витратних коефіцієнтів виробництва аміаку	37
6. Характеристика технологічного обладнання	40
6.1 Розрахунок та вибір основного технологічного апарату	40
6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання	41
6.2.1 Розрахунок турбокомпресору технологічного газу	41
6.2.2 Розрахунок парової турбіни турбокомпресору	43
6.2.3 Розрахунок вогневого підігрівача	44

					ХН 3213 1440 000 ПЗ			
		№ докум.	Підпис					
Розроб.	Самойленко Д.Е.			Відділення конверсії природного газу (І-ша ступінь) цеху синтезу аміаку	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.	Супрунчук В.І.							83
Н. Контр.	Супрунчук В.І.				НТУУ «КПІ», ХТФ, гр.ХН-32			
Затверд.	Толстопалова Н.М.							

ВСТУП

У всіх індустріально розвинених країнах азотна промисловість є однією з основних провідних галузей. Такий бурхливий розвиток азотної промисловості зумовлений в першу чергу необхідністю задоволення нестримно зростаючого населення земної кулі продуктами землеробства. Без мінеральних добрив, в першу чергу азотних, неможливо вирішити завдання інтенсифікації сільського господарства, а з ростом сільського господарства зростає дефіцит у зв'язаному азоті в оброблюваних ґрунтах.

Технологічний газ є основною проміжною сировиною у виробництві аміаку, об'єми його виробництва в світі складають мільйони тон на рік. За рахунок великого попиту у сполуках зв'язаного азоту, за об'ємами виробництво конвертованого газу поступається лише виробництвам сірчаної кислоти та кисню.

Процес одержання технологічного газу або синтез-газу— достатньо складний комплекс хімічних перетворень, які протікають у гомогенній або гетерогенній фазах, в тому числі за присутності каталізаторів.

Технологія виготовлення технологічного газу в світі с кожним роком все вдосконалюється. Будівництво нових заводів і установок здійснюється на основі все більш раціональних і досконалих технологічних схем, застосовуються все більш надійні конструкції технологічних апаратів і енергетичних машин, більш активні, селективні і стабільні каталізатори. Зростає ступінь автоматизації управління виробництвом, використовуються досягнення хімічної фізики, укрупнюються потужності одиничних агрегатів. Таким чином скорочується кількість агрегатів при збереженні заданих значень потужності.

В Україні АВС виробляється в основному на п'яти великих хімічних комбінатах на установках великої одиничної потужності агрегатів 600 і 1360 тон аміаку на добу. Більшість з них побудовані у 80-х роках минулого сторіччя

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

і на сьогоднішній час хоч і відповідають світовому рівню, але потребують негайної реконструкції та модернізації.

Отже, узагальнюючи вищевикладене та реально оцінюючи сьогоденний стан промислового виробництва конвертованого газу в Україні з одночасним порівнянням світових здобутків, можна зробити висновок про актуальність поставленої теми на даний час. Крім того, звертаючи увагу на стрімке зростання світового попиту на нітрогеновмісні продукти, можна передбачити зацікавленість у розвитку цієї теми в майбутні періоди.

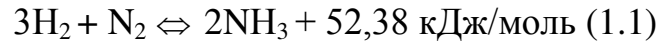
В дипломному проекті наведено розрахунки виробництва синтез-газу з використанням природного газу в агрегаті великої одиничної потужності 1360 тон на добу за аміаком.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

1.1 МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ДЛЯ СИНТЕЗУ АМІАКУ

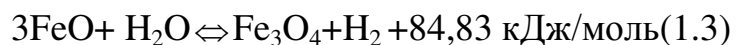
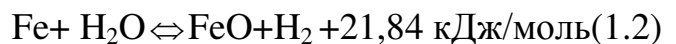
Основною сировиною для виготовлення аміаку є водень та азот.



У данному розділі приводиться коротка характеристика методів отримання водню.

1.1.1. Залізопаровий спосіб

Один з найстаріших хімічних методів отримання водню. Заснований на взаємодії свіже відновленого заліза з водяним паром при температурі каління (1080 K) по реакціям:

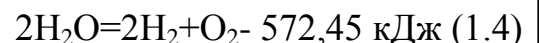


При цьому в газову фазу разом з непрореагованим водяним паром виділяється і водень а контактна маса окислюється до Fe_3O_4 . Після витрати відновленого заліза період отримання водню змінюється періодом відновлення контактної масою за допомогою регенераторного газу.

Через періодичність процесу наведений спосіб відрізняється значними витратними коефіцієнтами, малою продуктивністю, низькою якістю отриманого водню і зараз не використовується [2].

1.1.2 Виробництво водню методом електролізу

Електролітичний метод виробництва водню і кисню заснований на реакції

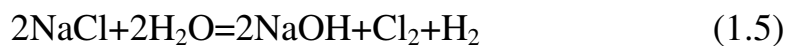


					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Внаслідок малого ступіня дисоціації води її питома електропровідність невелика при 290 К, тому електроліз води проводять в присутності електролітів, які мають високу ступінь дисоціації. В промисловості як правило використовують гідроксид калію.

Для синтезу аміаку також може бути використаний водень, отриманий одночасно з основними продуктами - хлором та гідроксидом натрію при електролізі водних розчинів NaCl.

Кількість водню, що при цьому утворюється, визначається за реакцією:



Через велику енергоємність та складність реалізації електролітичних методів в промислових масштабах, на даний момент електролітичний водень займає приблизно декілька відсотків світового об'єму отримання синтетичного аміаку [2].

1.1.3 Конверсія природного газу

Неповним окисленням метану і його гомологів можна отримати водень та оксид вуглецю (II). Вихідною сировиною на більшості підприємств є природний газ, але також можливе використання попутних газів нафтодобувної промисловості, коксові гази, синтез-газ, що утворюється при комплексній переробці природного газу з метою отримання ацетилену.

Саме такий метод займає першу позицію в світовій практиці аміачної промисловості, включаючи вітчизняні установки продуктивністю 600 та 1360 тонн на добу. Він характеризується глибокою рекуперацією теплоти екзотермічних стадій процесу. Низькопотенціальна теплота конвертованої парогазової суміші, відпарної пари розгонки конденсату використовується в теплообмінниках та для підігрівання живильної води котлів. Високо

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ХН 3213 1440 000 ПЗ

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА НАПІВПРОДУКТІВ, МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Товарною формою продукції технологічного процесу є технічний газ. Характеристика продукції визначається регламентом цеху.

Застосування: технічний газ застосовується для виробництва аміаку, після проходження трубчатого реактору направляється в шахтний реактор на пароповітряний реформінг.

Вимоги до природного газу формуються на підставі ГОСТ 27577-2000.

Відповідно до цих стандартів природний газ — це газова суміш, компонентами якої в основному є насичені вуглеводні, азот, оксид вуглецю (IV) і сірководень [1].

Таблиця 2.1 – Природний газ, склад за ГОСТ 27577-2000

Компонент	Вміст об'ємних долей
Метан	0,6÷1
Етан	0,00÷0,12
Пропан	0,00÷0,6
Бутан	0,00÷0,4
Пентани	0,00÷0,4
Азот	0,00÷0,16
Оксид карбону (IV)	0,00÷0,16
Сірководень	0,00÷0,01
Гелій	0,000÷0,002
Інших компонентів в сумі	менше 0,002

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

сировини, матеріалів, готової продукції	технічні вимоги	обов'язкові до контролю	показники з допустимими відхиленнями
---	-----------------	----------------------------	--

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Газ природний	ГОСТ 27577- 2000	Масова частка метану, %	60,0÷100
		Масова частка оксиду карбону (IV), %	0÷16
		Масова частка сірководню, %	0÷1
		Концентрація пари води, мг/м ³	9,0±5 %
Азот технологічний газоподібний	ГОСТ 9293-74	Об'ємна частка азоту, %, не менше	99,98
		Об'ємна частка кисню, %, не більше	0,02
Азотоводнева фракція	Постійний технологічний регламент відділу розділу залишкових газів цеху виробництва аміаку	Об'ємна частка водню, %	91,8-93,0
		Об'ємна частка азоту, %	6,9-8,1
		Об'ємна частка аргону, %, не більше	0,1
Поглинач СПС-Ф	Стандарт	Вміст ZnO, мас. %	90

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

каталізатора, нанесеного на оксид алюмінію, виявилися MgO, Al₂O₃, Cr₂O₃, ThO₂.

На території СНД зараз передовими каталізаторами парового риформінгу є каталізатори фірми «Alvigo»: НІАП-18, НІАП-03-01, К-905-D1, К-87-3. На відміну від застарілих каталізаторів серії ГІАП каталізатори «Alvigo» мають більший термін експлуатації (від п'яти до шести років проти трьох-чотирьох серії ГІАП) та більшим діапазоном експлуатаційних показань, такі як температура на виході трубчатої печі, відношення пар:газ та тиск [14].

В таблиці 3.1 наведені характеристики цих каталізаторів

Таблиця 3.1 – Характеристики каталізаторів [14]

Характеристи ка	НІАП-18	НІАП-03-01	К-905-D1	К-87-3
Зовнішній вигляд	Циліндричн і кільця сірого кольору	Циліндричні таблетки сірого кольору	Кільця Рашига сірого кольору	Циліндри сірого кольору
Хімічний склад,%	NiO – 10:12	NiO –11	NiO – 10-12 Промотори–3	NiO – 10-12 Промотори–3
Насипна густина, кг/дм ³	1,0	1,0	1	1,2
Розміри, мм	14,5x12x6,5	16,5x14,0	16x6x16	15x15
Відношення пара-газ	3,5-4	3,5-4	2-3,5	2-3,5
Об'ємна швидкість за вихідним газом, год ⁻¹	1500:1800	2000	2000	2000

3.3 РІВНОВАГА ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ МЕТАНУ

Розразунок рівноважного складу газу виконується за реакціями (3.1), (3.2). За законом діючих мас константи рівноваги цих рівнянь представлені відповідно у вигляді рівнянь:

$$(3.4) \quad Kp_1 = \frac{P_{CO} \cdot P_{H_2}^3}{P_{CH_4} \cdot P_{H_2O}}$$

$$Kp_2 = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2}}{P_{CO} \cdot P_{H_2O}} \quad (3.5)$$

Відповідно до закону Дальтона, для ідеальних газів справедливе співвідношення:

$$p_i = N_i \cdot P \quad (3.6)$$

де N_i – мольна частка i -того компоненту системи,
 P – тиск в системі.

Тоді рівняння констант рівноваги реакції приймає загальний вигляд:

$$(3.7)$$

де A і B – вихідні речовини с відповідними стехіометричними коефіцієнтами a і b ;

C і D – продукти реакції з відповідними стехіометричними коефіцієнтами c і d ,

P – тиск в системі.

Для реакцій 3.1 та 3.2 відповідно:

$$Kp_1 = \frac{N_{CO} \cdot N_{H_2}^3}{N_{CH_4} \cdot N_{H_2O}} \cdot P \quad (3.8)$$

$$Kp_2 = \frac{N_{CO_2} \cdot N_{H_2}}{N_{CO} \cdot N_{H_2O}} \quad (3.9)$$

						ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
							23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

Прийmemo ступiнь перетворення за водяною парою для реакцiї 3.1 X1, а для реакцiї 3.2 – X2. Тодi рiвняння 3.8 та 3.9 з врахуванням того, що реакцiї 3.1. та 3.2 перебiгають послiдовно, приймають вигляд:

$$K_{p1} = \frac{(N_{CO}^0 + N_{H_2O}^0 \cdot X1 - N_{H_2O}^0 \cdot X2) \cdot (N_{H_2}^0 + 3 \cdot N_{H_2O}^0 \cdot X1 + N_{H_2O}^0 \cdot X2)^3}{(N_{H_2O}^0 - N_{H_2O}^0 \cdot X1 - N_{H_2O}^0 \cdot X2) \cdot (N_{CH_4}^0 - N_{H_2O}^0 \cdot X1)} \times \left(\frac{P}{1 + 2 \cdot N_{H_2O}^0 \cdot X1} \right)^2; \quad (3.10)$$

$$K_{p2} = \frac{(N_{CO_2}^0 + N_{H_2O}^0 \cdot X2) \cdot (N_{H_2}^0 + 3 \cdot N_{H_2O}^0 \cdot X1 + N_{H_2O}^0 \cdot X2)}{(N_{H_2O}^0 - N_{H_2O}^0 \cdot X1 - N_{H_2O}^0 \cdot X2) \cdot (N_{CO}^0 + N_{H_2O}^0 \cdot X1 - N_{H_2O}^0 \cdot X2)} \cdot 1; \quad (3.11)$$

де N_i^0 – початкова молярна частка компоненту в системi.

Отже результатом є система з двох рiвнянь з двома невідомими. Обчислити значення констант рiвноваги реакцiй за заданої температури можливо за рiвняннями Вант-Гоффа, рiшення системи рiвнянь виконується за допомогою обчислювальних програм, такi як, на приклад, середовища MathCad та Excel [13].

Истотний вплив на ступiнь перетворення метану надає застосування надлишку водяної пари. На рисунку 3.1 представлено графiк залежностi рiвноважного вiмсту залишкового метану в конвертованому газi вiд кiлькостi водяної пари у вихiднiй сумiшi при рiзному тиску.

На практицi конверсiю метану i його гомологiв проводять при значному надлишку водяної пари понад стехiометричного. З пiдвищенням температури вiдносна витрата водяної пари може бути зменшена внаслiдок зсуву рiвноваги реакцiї в сприятливу сторону i збiльшення швидкостi процесу [4].

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дат		

Швидкість конверсії визначається реакцією утворення проміжної сполуки. Швидкість конверсії підпорядковується кінетичному рівнянню:

$$-\frac{dp_{CH_4}}{d\tau} = k \cdot \frac{p_{CH_4} p_{H_2O}}{K_P p_{CH_4} p_{H_2O} + p_{H_2}}. \quad (3.14)$$

Після деяких перетворень кінетичне рівняння набуває вигляду:

$$-\frac{dp_{CH_4}}{d\tau} = k \cdot \frac{p_{CH_4}}{p_{H_2}}. \quad (3.15)$$

Швидкість процесу окиснення при температурі 1573 К описується рівнянням [2]:

$$-\frac{p_{CH_4}}{d\tau} = k \cdot \frac{p_{CH_4} \cdot p_{H_2O}}{10p_{H_2} + p_{H_2O}}, \quad (3.16)$$

де p_i – поточні парціальні тиски реагентів;

k – константа швидкості;

τ – час реакції, с.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

через нижні секційні колектори 18 і секційні підйомні газовідвідні труби 17, розташовані в просторі печі, що обігривається.

Звідси газ потрапляє в верхній колектор 15, футерований теплоізоляційним бетоном і поміщений в водяну сорочку.

Другий потік природного газу, призначений для спалювання в трубчастій печі, вогневому підігрівачі і топках допоміжного і пускового котлів, надходить в дегазатор 24. В цей апарат скидають також газовий конденсат природного газу з сепаратора 21. Легкі фракції конденсату випаровуються при нагріванні дегазатор глухою парою і збагачують паливний газ.

Частина паливного газу підігривається в теплообміннику 8 і при температурі близько 150 °С подається в склепінні пальники для спалювання в міжтрубному просторі трубчастої печі, потім в додаткові пальники, встановлені в конвективній частині трубчастої печі перед пароперегрівачем 9, і в допоміжні тунельні пальники, встановлені в газоходах радіаційної частини трубчастої печі. Інша частина паливного газу спалюється в вогневому підігрівачі 1, допоміжному котлі 10 і (при пуску агрегату) в топці пускового котла (на схемі не показаний).

Димові гази при температурі 1000-1070 °С з радіаційної камери потрапляють в камеру конвективного теплообміну печі 16 і далі при температурі близько 160 °С викидаються в атмосферу двома димосмоктами 6 через димову трубу. Поживна деаерована хімічно очищена вода при температурі 100 °С нагнітається насосом під тиском 11 МПа в економайзер 7 і теплообмінники, що знаходяться у відділеннях метанування залишкових кількостей СО і СО₂ і синтезу аміаку. Тут вона підігривається до 300 °С і надходить в парозбірник 13, а потім - у допоміжний котел-утилізатор 10, вбудований в конвективну частину трубчастої печі, в котли-утилізатори 21 і 22, встановлені після шахтного реактора, і в котел-утилізатор після конвертора СО першого ступеня (на схемі не показаний).

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Насичена пара з котлів-утилізаторів під тиском 10, 6 МПа при температурі 314 °С повертається в парозбірник 13, проходить пароперегрівач 9 і під тиском 10,1 МПа при 480 °С надходить на основну турбіну компресора синтез-газу, що працює з протитиском . Частина пари з основної турбіни під тиском 41,5 атм при 370 ° С надходить в змішувач 4 для конверсії природного газу в трубчастій печі. Решта пари розподіляється між конденсаційними турбінами і турбінами, які працюють з протитиском [1].

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ СИРОВИНИ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

5.1 МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАН СПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Для спрощення розрахунків приймає, що в природному газі є тільки метан та інерти. Матеріальний баланс приведений на 1000 м³ природного газу.

Вихідні дані:

Об'єм газу – 1000 м³;

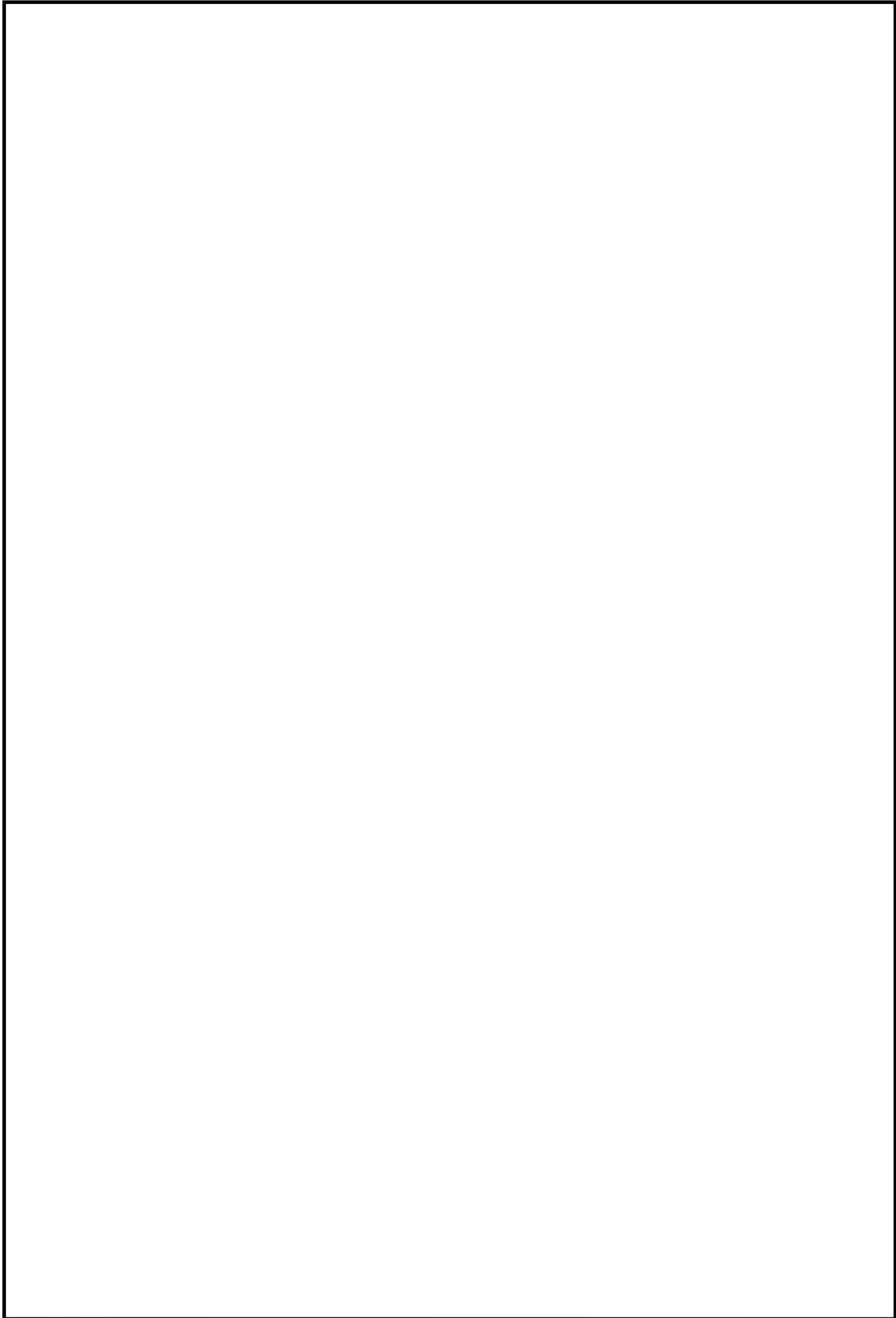
Температура – 1050 К;

Співвідношення пара-газ: 4-1.

Таблиця 5.1- Вихідний склад газу

Компоненти	Природний газ		Азотоводнева суміш		Змішаний газ	
	м ³	%	м ³	%	м ³	%
CO ₂	0,8	0,08		0	0,8	0,07
CH ₄	984,7	98,47	0,69	0,69	985,39	89,58
H ₂	0	0	74,4	74,4	74,4	6,76
Ar	0	0	0,31	0,31	0,31	0,03
N ₂	14,5	1,45	24,6	24,6	39,1	3,55
Всього	1000	100	100	100	1100	100,00

						ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
							30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			



					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						31
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

$$\frac{(0 + 0.784134 \cdot x_1 - 0.784134 \cdot x_2) \cdot (0.014588 + 3 \cdot 0.784134 \cdot x_1 + 0.784134 \cdot x_2)}{(0.784134 - 0.784134 \cdot x_1 - 0.784134 \cdot x_2) \cdot (0.193214 - 0.784134 \cdot x_1)} \times \left(\frac{3 \cdot 10}{1 + 2 \cdot 0.784134 \cdot x_1} \right)^2 - 81.030543 = 0 \quad ; \quad (5.3)$$

$$\frac{(3 \cdot 0.784134 \cdot x_1 + 0.784134 \cdot x_2 + 0.014588) \cdot (0 + 0.784134 \cdot x_2)}{(0.784134 - 0.784134 \cdot x_1 - 0.784134 \cdot x_2) \cdot (0 + 0.784134 \cdot x_1 - 0.784134 \cdot x_2)} - 1.156953 = 0 \quad (5.4)$$

Вирішення системи рівнянь виконувалось в системі MathCad (Додаток А).

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$\text{CH}_4, \text{H}_2\text{O}, \text{CO}, \text{H}_2$ – початкова молярна частка метану, водяної пари, оксиду вуглецю (I) та водню відповідно;

$\text{CO}_x, \text{H}_2x, \text{H}_2\text{O}_x, \text{CH}_4x, \text{CO}_2x$ – рівноважні концентрації оксиду вуглецю (I), водню, водяної пари, метану та оксиду вуглецю (II) відповідно.

x_1, x_2 – ступень перетворення водяної пари для реакції 3.1 та 3.2 відповідно.

Враховуючи всі надані вище розрахунки, склад газу після першого ступеня конверсії наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Об'єм та склад газу на виході з трубчатої печі.

Компонент	Вологий газ		Сухий газ	
	м ³	об.%	м ³	об.%
CO ₂	377,329	5,900	377,329	11,025
CO	268,607	4,200	268,607	7,848
H ₂	2398,275	37,500	2398,275	70,072
CH ₄	338,956	5,300	338,956	9,904
Ar	0,310	0,005	0,310	0,009
N ₂	39,100	0,611	39,100	1,142
H ₂ O	2973,861	46,500	0,000	0,000
Всього	6395,400	100,000	3422,577	100,000

Ступінь перетворення метану 65,57%, що відповідає сучасним технологічним режимам відділів парової конверсії природного газу підприємство виробництва аміаку.

5.2 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС

Температура парогазової суміші на вході в піч $t_0=525^{\circ}\text{C}$,

Температура конвертованого газу на виході з реакційних труб $35^{\circ}\text{C} = 777^{\circ}\text{C}$.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Температура димових газів на виході з радіаційної зони $t_{дг}=1040^{\circ}\text{C}$.

Середня теплоємність сухого змішаного газу від 0 до 525°C , $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $\text{Ср}_{зм}=2,1717$. Середня теплоємність водяної пари від 0 до 525°C , $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $\text{Ср}_{vp}=1,596$.

Середня теплоємність вологого конвертованого газу на виході від 0 до 825°C , $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $\text{Ср}_{кг}=1,5814$.

Середня теплоємність вологих димових газів від 0 до 1040°C , $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $\text{Ср}_{дг} = 1,518$.

Теплотворна здатність метану, $\text{кДж}/\text{м}^3 = 35840$.

Рівняння теплового балансу трубчатої печі [4]:

$$Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4 - Q_5 - Q_6 = 0, (5.6)$$

де Q_1 – фізична теплота парогазової суміші на вході; Q_2 – теплота, яка виділяється при спалюванні $x \text{ м}^3$ природного газу; Q_3 – витрата теплоти на хімічні реакції; Q_4 – фізична теплота парогазової суміші на виході; Q_5 – фізична теплота димових газів; Q_6 – втрати теплоти в оточуюче середовище.

Прихід теплоти

Фізична теплота парогазової суміші на вході, кДж :

$$Q_1 = V_{зм} \cdot \text{Ср}_{зм} \cdot t_0 + V_{vp} \cdot \text{Ср}_{vp} \cdot t_0 = 4491742,5 \quad (5.7)$$

Для визначення теплотворної здатності газу приймаємо наступні довідникові значення теплотворної здатності окремих вуглеводнів ($\text{кДж}/\text{м}^3$):

Нижню теплотворна здатність 1 м^3 природного газу, склад кого наведений в таблиці 3.1:

$$q = 35291,648 \text{ кДж}$$

Температура природного газу і повітря, які надходять на спалювання в горілках, приймається рівній 0°C – фізична теплота з паливним газом дорівнює 0, тоді теплота горіння природного газу в міжтрубному просторі, кДж :

$$Q = q \cdot x = 37200 = 2412238,943; \quad (5.8)$$

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ХН 3213 1440 000 ПЗ

Тепловий ефект реакції визначається з різниці:

$$Q = \sum Q_K - \sum Q_H; \quad (5.9)$$

де $\sum Q_K$ – алгебраїчна сума теплоти утворення сполук в кінцевій парогазовій суміші (конвертованому газі);

$\sum Q_H$ – алгебраїчна сума теплоти утворення сполук в початковій парогазовій суміші.

Приймаємо наступні довідкові значення теплоти утворення (ΔH) сполук при 0°C (кДж/м³):

Таблиця 5.4 – Теплоти утворення (ΔH) сполук при 0°C

Компонент	CO ₂	CO	H ₂ O	CH ₄
Теплоти утворення сполук (ΔH), кДж/м ³	17547	4932	10789	3295

Тоді витрата теплоти хімічних реакцій з урахуванням таблиць 5.1 і 5.3 дорівнює, кДж:

$$Q_3 = \sum Q_K - \sum Q_H = -5269296,96 \quad (5.10)$$

Знак мінус свідчить про загально відому ендотермічність процесу парової конверсії.

Всього надходить теплоти, кДж:

$$Q_{pr} = Q_1 + Q_2 + Q_3; \quad (5.11)$$

Витрата теплоти.

Фізична теплота парогазової суміші на виході, кДж:

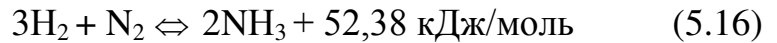
$$Q_4 = V_{кг} \cdot C_{ркг} \cdot t_{кг} = 7858333,68 \quad (5.12)$$

Визначимо склад і кількість димових газів.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.3 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

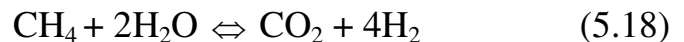
Синтез аміаку проходить за реакцією:



Розрахуємо витрату водню на 1 тону аміаку, беручи до уваги необхідність продувки, що становить 12% від стехіометричної кількості [2]:

$$V_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{N}}}{M_{\text{NH}_3}} \cdot \frac{3}{2} \cdot 1,12 = \frac{1000 \text{ кг} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}}{17 \text{ кг/кмоль}} \cdot \frac{3}{2} \cdot 1,12 = 2213,647 \text{ м}^3 \quad (5.17)$$

Конверсія метану проходить за реакцією:



Тоді кількість метану, необхідна на отримання заданого об'єму водню:

$$V_{\text{CH}_4} = \frac{V_{\text{NH}_3}}{4} = \frac{2213,6470 \text{ м}^3}{4} = 553,411 \text{ м}^3 \quad (5.19)$$

Продуктивність цеху за аміаком становить 1360 тон на добу, розрахуємо витрату метану на годину:

$$; V_{\text{CH}_4}^{\text{год}} = \frac{V_{\text{CH}_4}}{24} \cdot Q = \frac{553,411}{24} \cdot 1360 = 31361,657 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.20)$$

До метану, що йде на конверсію, у відношенні 1 до 10 додається азотоводнева суміш, а потім у відношенні 4:1 – водяна пара. Витратні коефіцієнти відповідно:

$$V_{\text{ABC}}^{\text{год}} = \frac{V_{\text{CH}_4}^{\text{год}}}{10} = 3136,1657 \text{ м}^3/\text{год} \quad ; \quad (5.21)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{год}} = V_{\text{CH}_4}^{\text{год}} \cdot 4 = 125446,627 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.22)$$

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Виходячи з енергетичного балансу (розділ 5.2) на опалення 1000 м³ газу, що йде на конверсію, витрачається 622 м³ опалювального газу. Тоді витрата опалювального газу в трубчатій печі становить:

$$V_{\text{оп. газу}}^{\text{год}} = V_{\text{CH}_4}^{\text{год}} \cdot \frac{x}{1000} = \frac{31361,357 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 622 \text{ м}^3}{1000 \text{ м}^3} \quad (5.23)$$

$$= 19506,764 \text{ м}^3/\text{год}$$

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 6.1 – Розподіл тиску по ступенях

	$P_{\text{поч}}$	$P_{\text{кон}}$
I ступінь	1	3,36
II ступінь	3,36	11,3
III ступінь	11,3	38

б) Теоретична витрата роботи визначається за формулою:

$$L_{\text{ад}} = nRT_1 \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_{\text{кон}}}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]. \quad (6.6)$$

Для повітря знаходимо:

$$K=1,31; R = 8310/29 = 286,55 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К}), \rho_0 = 1,22 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Приймаючи, що в проміжних холодильниках метан охолоджується до $T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (303 К), одержуємо:

$$L_{\text{ад}} = 3 \cdot 286,55 \cdot 303 \cdot \frac{1,31}{1,31-1} \left[\left(\frac{38}{1} \right)^{\frac{1,31-1}{1,31}} - 1 \right] = 663061,3 \text{ Дж}/\text{кг}. \quad (6.7)$$

Потужність, що витрачається, обчислюємо за формулою:

$$N = \frac{V \cdot \rho_0 \cdot L_{\text{ад}}}{3600 \cdot 1000 \cdot n} = \frac{31621,657 \cdot 1,22 \cdot 663061,3}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,7} = 10150,737 \text{ кВт} \quad (6.8)$$

в) Для визначення витрати води в холодильниках компресора знайдемо температуру в кінці стиснення в ступенях II і III, приймаючи, що в проміжних холодильниках після I і II ступені повітря охолоджується до 303 К. У циліндрі I ступені компресора температура в кінці стиснення буде дещо нижче, оскільки в I ступінь метан засмоктується не при 30 $^\circ\text{C}$, а при 18 $^\circ\text{C}$.

За рівнянням:

$$T_2/T_1 = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 303 \cdot 3,36^{\frac{0,31}{1,31}} = 403,64 \text{ К} = 130,64 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (6.9)$$

Приймаючи приблизно питому теплоємність повітря при значеннях тиску 3,36; 11,3 і 38 кгс/см² однаковою і рівною $C_p = 1,006 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, знаходимо, що

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де, t_{0xg} – температура пари на вході до турбіни, °С, p_{xg} – тиск пари на вході до турбіни, атм, p_{kxg} – тиск пари на виході із турбіни, атм, K – показник адиабати, η_a – адиабатичний ККД, частка.

Теплота, що надходить з парою, кДж/год.:

$$Q_{01} = V_{xg} \cdot C_{p0} \cdot t_{0xg} / 22,4 = 51657,07 \cdot 121,293 \cdot \frac{320}{22,4} = 89509151,61, \quad (6.15)$$

де, V_{xg} – об'ємна витрата пари в турбіну, нм³/год, C_{p0} – теплоємність пари при температурі t_{0xg} , кДж/(кмоль·гр).

Теплота, що відходить з парою, кДж/год.:

$$Q_{02} = V_{xg} \cdot C_p \cdot t_{kxg} / 22,4 = 51657,07 \cdot 37,278 \cdot 411,77 / 22,4 = 35399131,2, \quad (6.16)$$

де, C_p – теплоємність пари при температурі t_{kxg} , кДж/(кмоль·гр).

Потужність парової турбіни, кВт:

$$NT = (Q_{01} - Q_{02}) \cdot N_{vt} / 3600 = (89509151,61 - 35399131,2) \cdot 0,98 / 3600 = 14729,95, \quad (6.17)$$

де, N_{vt} – ККД парової турбіни, частка.

Отже, витрата пари становить 51657,07 нм³/год, а потужність парової турбіни 14729,95 кВт, це задовольняє умови для роботи турбокомпресора. Потужність турбіни взята з запасом 1.1.

6.2.3 Розрахунок вогневого підігрівача

В вогневому підігрівачі газ, що йде на очистку від сполук сірки, нагрівається з 140 °С до 400 °С. На 1 тону аміака необхідно 553,4 м³ газу (5.12). Тоді теплоту, необхідну на нагрівання цього об'єму, можна обчислити за формулою:

$$Q = C \cdot V \cdot \Delta t = (2,17 \cdot 553,4 \cdot (400 - 140)) = 312228,28 \text{ КДж/год} \quad (6.18)$$

Нижня теплотворна здатність одного метра кубічного газу, склад якого наведений у таблиці 5.1, становить 35291,648 КДж. Тоді кількість опалювального газу в вогневий підігрівач може бути розрахована:

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$G_{\text{газу}}=Q/q=(312228,28 \text{ КДж/год})/(35291,648 \text{ КДж})=8,8 \text{ м}^3 \quad (6.18)$$

або

$$G_{\text{газу}}^{\text{год}}=8,8 \cdot 1360/24=502 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.19)$$

6.2.4 Розрахунок абсорберу H_2S

Поглинач має СПС-Ф об'ємну швидкість за вихідним газом 1700 год^{-1} [14]. Час роботи до проскоку сырки складає від 20 до 24 місяців [2]. Витрата природного газу, що йде на конверсію, становить $31361,657 \text{ м}^3/\text{год}$. Тоді об'єм поглинача становить:

$$V_{\text{поглинач}}=G_{\text{газу}}/W=31361,657/1700=18,45 \text{ м}^3 \quad (6.20)$$

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- вимірювання рівня рідини в дегазаторі;
- вимірювання температури газу після турбокомпресора;
- вимірювання тиску газу після турбокомпресора;
- контроль і регулювання подачі азото-водневої суміші;
- вимірювання температури газу після підігріву на радіаційному-підігрівачі;
- вимірювання температури газу після очищення від сполук сірки;
- вимірювання і регулювання витрати газу після очистки від сполук сірки
- контроль і регулювання витрати водяної для змішування з газом.
- контроль температури газу у розподільчому колекторі
- контроль температури в міжтрубному просторі
- контроль температури в реакційній трубі
- контроль температури димових газів
- контроль температури газу на виході з трубчатої печі.

Основні параметри регулювання та контролю виробництва наведено в таблиці 7.1

Таблиця 7.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва

№	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контролюваного параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	Трубопровід опалювального газу	Витрата	19720 м ³ /год	контроль, регулювання
2	Трубопровід газу, що йде на конверсію	Витрата	31360 м ³ /год	контроль, регулювання
3	Трубопровід АВС	Витрата	3136 кгс/см ²	контроль, регулювання
4	Дегазатор	Рівень	0,6...1 м	контроль

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці таблиці 7.1

№	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контролюваного параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
5	Трубопровід газу, що йде на конверсію	Температура	130...140 °С	контроль, регулювання
6	Трубопровід газу, що йде на конверсію, після компресії	Тиск	38 кгс/см ²	контроль
7	Трубопровід газу, що йде на конверсію, після компресії	Температура	130...140 °С	контроль
8	Трубопровід газу, що йде на конверсію, після підігрівача	Температура	350...400 °С	контроль, регулювання
9	Трубопровід газу, що йде на конверсію, після очищення від сірки	Температура	350...400 °С	контроль
10	Трубопровід газу, що йде на конверсію, після очищення від сірки	Витрата	31360 м ³ /год	контроль, регулювання
11	Трубопровід водяної пари	Витрата	125449 м ³ /год	контроль, регулювання
12	Трубопровід паро-газової суміші	Температура	500...550 °С	контроль
13	Реакційна труба трубчатої простір печі	Температура	800...850 °С	контроль, сигналізація
14	Міжтрубний простір	Температура	1035 °С	контроль
15	Верхній колектор трубчатої печі	Температура	800...830 °С	контроль, регулювання
16	Димовсмоктувач	Температура	240 °С	контроль
17	Трубопровід опалювального газу, що йде в трубчаті піч	Витрата	23559 м ³ /год	контроль, регулювання

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Контур 10 застосовують для контролю та регулювання подачі повітря в вогневий підігрівач. Контур містить пневматичний виконавчий механізм (10-1), проміжного перетворювача (10-2).

Для контролю, вимірювання та реєстрування температури після сіркоочистки газу використовують контур 11. Включає в себе первинний вимірювач температури (11-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (11-2).

Для контролю, реєстрування та регулювання витрати газу після сіркоочистки використовується контур 12, що складається з первинного перетворювача витрати (поз. 12-1), проміжного перетворювача (12-2).

Контур 13 застосовують для контролю та регулювання подачі пару. Контур містить пневматичний виконавчий механізм (13-1), проміжного перетворювача (13-2), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (11-3), пневматичний регулятор (13-4).

Для контролю, вимірювання та реєстрування температури перед подачею газової суміші в піч використовується контур 14. Включає в себе первинний вимірювач температури (14-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (14-2).

Для контролю, вимірювання та реєстрування температури після конверсії використовується контур номер 15. Включає в себе первинний вимірювач температури (15-1), мікропроцесорний регулятор (15-2).

Контур 16 застосовують для контролю та регулювання подачі опалювального газу в трубчасту піч. Контур містить пневматичний виконавчий механізм (16-1), проміжного перетворювача (16-2), пневматичний регулятор (16-3).

Контур 17 застосовують для контролю та регулювання подачі повітря в трубчасту піч. Контур містить пневматичний виконавчий механізм (17-1), проміжного перетворювача (17-2).

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для контролю, вимірювання, реєстрування температури димових газів використовується контур 18 . Включає в себе первинний вимірювач температури (18-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (18-2).

Для контролю, вимірювання та реєстрування температури в трубчатому реакторі печі та сигналізації використовується контур 19. Включає в себе первинний вимірювач температури (19-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (19-2).

Для контролю, вимірювання та реєстрування температури газів в міжтрубному просторі використовуємо контур 16. Включає в себе первинний вимірювач температури (20-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (20-2).

Специфікація до схеми автоматизації наведена в таблиці А1 Додатку А.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Тривалість роботи підприємства:

$$T_{вч} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}$$

Тривалість роботи працівника:

$$T_{прац}^{рік} = \frac{365 - T_{св}}{7} \cdot 40 - (T_{св}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год.}$$

Кількість бригад:

$$N_{бриг} = \frac{T_{підпр}^{рік}}{T_{прац}^{рік}} = \frac{8760}{2016} = 4.$$

Отже, щоб забезпечити безперервний процес роботи підприємства потрібно 4 бригади.

Графік змінності працівників у безперервному процесі [9]

Графік змін на підприємстві:

1-а зміна: 00.00 – 08.00 год;

2-а зміна: 08.00 – 16.00 год;

3-я зміна: 16.00 – 00.00 год.

Таблиця 8.3 – Графік змінності

Дні Б	Дні															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1
III	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2
IV	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3

					ХН 3213 1440 000 ПЗ											Арк.
																58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат												

Вхідний контроль – перевірка якості сировини, що надходить на підприємство. Суб'єктами є працівники лабораторії. На даному підприємстві це визначення якості вихідної сировини. Результати досліджень записуються до спеціального журналу вхідного контролю.

Під час поточного контролю на підприємстві здійснюється перевірка виконання технологічних операцій. Крім того контролюють як працює обладнання (один раз на тиждень) і чи немає ніяких порушень виробництва. Об'єктами є технологічний процес і обладнання, персонал і напівфабрикат. Суб'єктами є оператор обладнання, головний інженер-технолог, інженер-механік, працівники лабораторії. Апарати встановлюють згідно з правилами монтажу, вимогам пожежної безпеки. Результати контролю заносяться до журналу поточного контролю.

При вихідному контролі здійснюється оцінка якості готової продукції. Основна мета контролю є виявлення браку. Суб'єктами є головний інженер, працівники лабораторії, пакувальники. Аналіз готового продукту проводять візуально, лабораторно і геометрично. Результати досліджень записуються до журналу вихідного контролю, на підставі якого головним інженером, а потім начальником цеху заповнюється паспорт якості на продукцію, який передається на підпис безпосередньо директору підприємства.

Розрахунок втрат речовин на контроль якості відсутній, оскільки проби, котрі беруться до лабораторій мізерні в порівнянні з щорічним випуском продукції, тому ми ними нехтуємо.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Паспорт якості

Враховуючи вимоги щодо якості продукту, паспорт матиме вигляд:

ПАТ «РІВНЕАЗОТ ОСТСНЕМ»

Відділ парової конверсії природного газу (І ступінь)

Паспорт якості № XX.XXX

Партія № 345-06-2017

Найменування продукту: Конвертований газ

Якість відповідає: ГОСТ Р53521-2009

Маса партії: 120т

Форма транспортування: трубопровід

Показники якості

№	Назва показника	Значення	Норма
1	Вміст метану		9-10 (% об.)
2	Температура		777К

Дата виготовлення

Термін зберігання необмежений.

Умови зберігання: У сухому місці, при температурі не вище 25°C.

Лаборант _____.

(підпис)

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ХН 3213 1440 000 ПЗ

В вартості сировини врахована вартість її доставки

4. Фонд оплати праці:

Таблиця 8.6 – Заробітна плата персоналу

Посада	Кількість	ЗП, грн
Головний інженер	1	13 000
Замісник головного інженера	1	12 500
Головний технолог	1	11 500
Головний енергетик	1	8 000
Головний механік	1	8 000
Головний будівельник	1	8 000
Головний відділу КВПіА	1	8 000
Начальник зміни	4	4 500·4=18 000
Помічник начальника зміни	4	3 500·4=14 000
Начальник лабораторії	1	8000
Лаборант	8	3 200·8=25 600
Апаратник	16	3 200·16=51 200
Менеджер з постачання	1	5 000
Завідуючий складом	1	6 000
Водій - вантажник	4	3200·4=12 800
Прибиральниця	4	3400·4=13 600
Охоронець	8	4000·12=48 000
Всього	58	271 200

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} = 271\,200 \cdot 13 \cdot 1,22 = 4\,301\,232 \text{ грн/рік.}$$

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Калькуляція на вид продукції
ПАТ «РІВНЕАЗОТ OSTCHEM»

Відділ парової конверсії природного газу (І ступінь)

Калькуляція № ____

на синтез-газ

від ____ 2017 р.

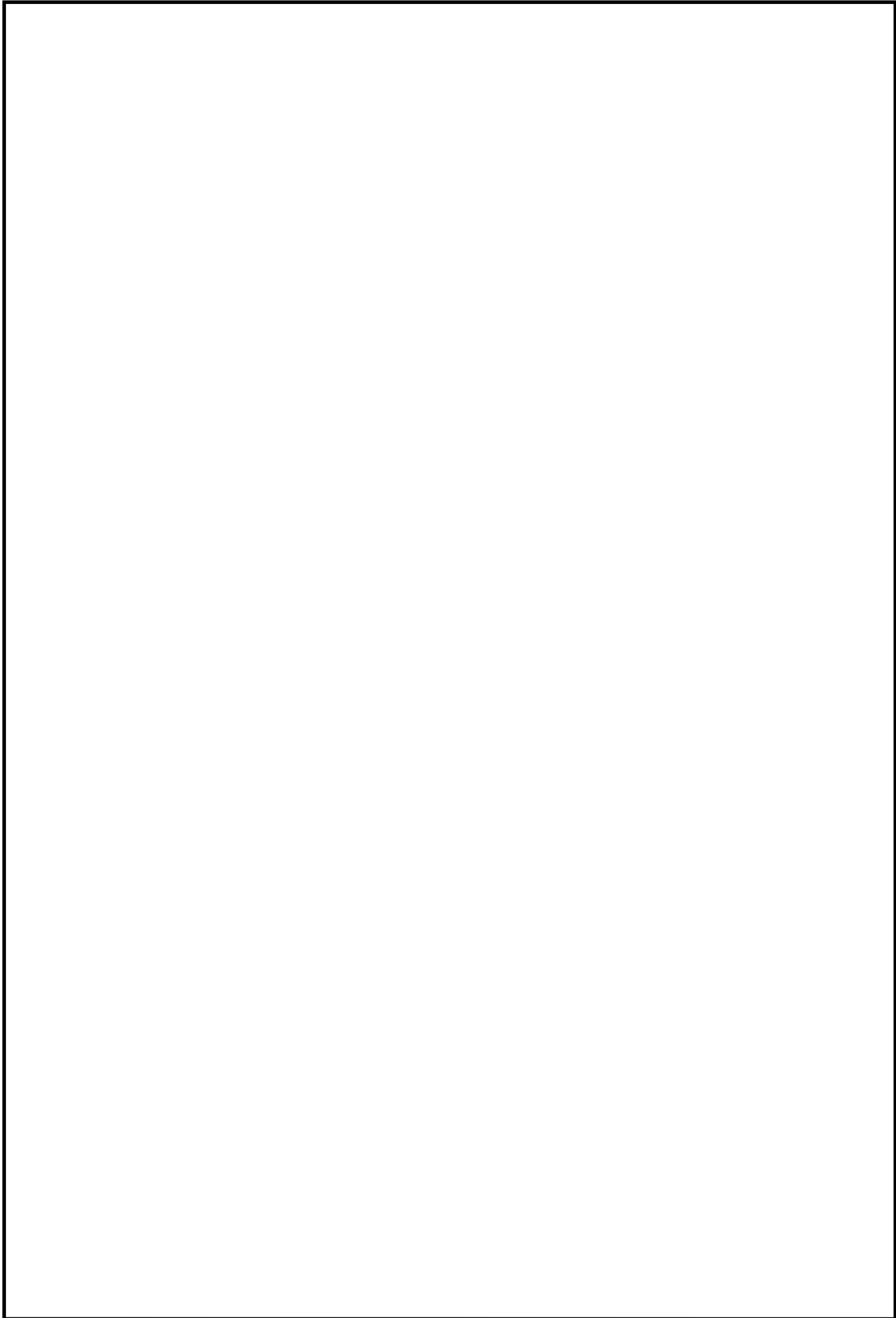
Виробництво серійне

Об'єм виготовлення за рік 2018 од.

Елемент	Сума, грн/рік
Оборотні фонди	
Сировина	5 545 677 868,60
Енергія	2 657 346
ЗП	3 525 600
Нарахування	775 632
Амортизація	2620892
Разом	5 555257338,60

Бухгалтер _____ / _____ /

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк. 68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Таблиця 9.1 – Санітарні норми мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень згідно ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Нижня межа	Верхня межа				
Холодний	Па	18-20	15-17	23-24	40-60	75	0.2	<0.3
	Пб	17-19	13-15	21-23	40-60	75	0.2	<0.4
Теплий	Па	21-23	17-18	27-29	40-60	65	0.3	0.2-0.4
	Пб	20-22	16-17	27-29	40-60	70	0.3	0.2-0.5

Температура зовнішньої поверхні обладнання, з яким працюють в цеху під час виконання роботи, становить:

$$t_n = t_{онм} + 2^{\circ}\text{C} = 18 + 2 = 20^{\circ}\text{C} \text{ – в холодний період року,} \quad (9.1)$$

$$t_n = t_{онм} + 2^{\circ}\text{C} = 21 + 2 = 23^{\circ}\text{C} \text{ – в теплий період року,} \quad (9.2)$$

де $t_{онт}$ – нормативне значення повітря робочої зони в теплий період року, °С.

Фактичні значення параметрів мікроклімату підтримуються за рахунок використання системи центрального водяного опалення.

Коротка санітарна характеристика проектного цеху приведена в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Коротка санітарна характеристика цеху

Найменування цеху	Цех парової конверсії
Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	NaCl, витік внаслідок пошкодження

									Арк.
									71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ХН 3213 1440 000 ПЗ				

Продовження таблиці 9.2

Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії	Подразнюючої дії. Викликає запалення органів дихання та слизової оболонки очей
ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	1
Клас небезпечності шкідливої речовини	4
Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Промислові протигази марок «К» і «М» ГОСТ 12.4.122-83 Спецодяг Щ ГОСТ 27653-88
Засоби до лікарняної допомоги	Винести потерпілого на свіже повітря, терміново викликати швидку
Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони	Колориметричний

За способом організації повітрообміну передбачена комбінована припливно-витяжна система вентиляції.

9.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06 розряд робіт у робочому приміщенні становить IV та V. У таблиці 9.3 наведено санітарні норми параметрів освітлення [12].

Таблиця 9.3 – Санітарні норми параметрів освітлення

Розряд зорової роботи	Штучне освітлення			Сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації	Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Освітленість, лк				КПО, %			
	При системі комбінованого освітлення	При системі загального освітлення			При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні

Продовження таблиці 9.3

всього	у т. ч. загальног о		P	Кп, %				
400	200	200	40	20	4	1,5	2,4	0,9
-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6

Проектом передбачається природне, робоче та аварійне освітлення. Природне освітлення представлено боковим світлом. У якості штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Згідно ДБН В.2.5-28-06, використовується напруга 220 В. Для аварійного освітлення використовують лампи розжарювання та люмінесцентні лампи.

Розрахунок потоку, необхідного для забезпечення заданої освітленості горизонтальної поверхні при загальному рівномірному освітленні з урахуванням світла, що відбивається стінами та стелею проводиться за формулою (для люмінесцентних ламп):

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m, \quad (9.3)$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм;

E – нормована освітлюваність, E = 500 лк;

S – площа приміщення, S = 500 м²;

z – поправочний коефіцієнт світильника, z = 1,25;

k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при експлуатації, k = 1,1;

n – кількість світильників, n = 80;

u – коефіцієнт використання, що залежить від типу світильника, показника (індексу) приміщення, відбиття і т.д., u = 0,6;

m – число люмінесцентних ламп у світильнику, m = 2.

								Арк.
								73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ХН 3213 1440 000 ПЗ			

Таким чином, необхідний світловий потік однієї лампи:

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m = 500 \cdot 500 \cdot 1,25 \cdot 1,1 / 80 \cdot 0,6 \cdot 2 = 3581 \text{ лм.}$$

Вибір стандартної лампи та визначення її потужності проводиться згідно ГОСТ 6825-74.

Відповідно до розрахованого світлового потоку ($F = 3581$ лм), необхідного для забезпечення заданої освітленості, обираємо тим лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначимо електричну потужність всієї освітлювальної системи:

$$W = P \cdot n \cdot m, \quad (9.4)$$

де W – потужність освітлювальної системи, Вт;

P – потужність однієї лампи, $P = 65$ Вт;

$$W = 65 \cdot 80 \cdot 2 = 10400 \text{ Вт.}$$

Освітленість контролюється за допомогою люксметра Ю-116 1 раз на рік після ремонту освітлювальної установки.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Контроль освітленості здійснюється люксметром Ю-116 не менше 1 разу в рік, а також після ремонту приміщень.

9.1.3 Виробничий шум та вібрація

Джерелами шуму та вібрації на виробництві є насоси, фільтри.

За ДСН 3.3.6.0.37-99 рівень звуку не повинен перевищувати 80 дБА [10].

Фактичний рівень шуму складає 76 дБА., що задовольняє вимогам.

Для контролю шуму використовують шумоміри, для контролю вібрації – прилад ВШВ-003. Зниження цих показників здійснюється за рахунок:

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У коридорах на шляхах евакуації персоналу передбачені протидимові та протипожежні перегородки.

Існуюча довжина евакуаційних шляхів та ширина дверей відповідає ДБН-В 2.5.28 2006 “Протипожежні норми”.

В таблиці 9.4 наведено показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів[11].

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 9.4 – Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин

Приміщення цеху		Приміщення цеху	Назва ділянки, установки
Гетинакс	Дерево	Машинне масло	Речовини, що обертаються у виробництві
Т	Т	рідина	Агрег. стан реч. при нормальних умовах
Вжжозайм.	Легкогор.	горючий	Горючість, займистість, вибухонебезпечність
120	-	200	Температура спалаху, °С
285	190-230	160	Температура займання, °С
480	270-280	380	Температура самозаймання °С
Па	Па	Пб	Категорія
Т1	Т3	-	Група
Вода, піна	Вода, піна	Вода, вогнегасники вуглекис-лотні ВВ-5, пінні	Засоби пожежогасіння
В	Б	Г	Категорія приміщення по ОНТП 24-86
П-П	П-П	'	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПБЕ
Ша			Категорія об'єкту і тип зони захисту від блискавки згідно з СН 305-77

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
------	------	----------	--------	-----

ХН 3213 1440 000 ПЗ

Арк.

80

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

В даному розділі проведено аналіз джерел можливого забруднення, розглянуті можливі варіанти екологізації виробництва, розраховано очисне обладнання, представлено вимоги до екологічного моніторингу, розраховано екологічні платежі у випадку непередбачуваних газових викидів.

10.1 АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ВІДХОДІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ

Після трубчатої печі конвертована газова суміш по футерованому трубопроводі подається в шахтний реактор. Цей газ є дуже шкідливим, тому що в його склад входить водень, метан, оксид вуглецю.

Після змішувача паро газоповітряна суміш надходить на нікелевий каталізатор. Відпрацьований нікелевий каталізатор відправляється на регенерацію, для запобігання забруднення навколишнього середовища, а також економії коштів. Після шахтного конвертора газ охолоджується в котлах утилізаторах. Пара утворена в котлах відправляється в заводську мережу. Вода яка використовується на продувку котлів утилізаторів відправляється на очисні споруди, для запобігання потрапляння у водойми шкідливих речовин. Конденсат, який утворився в паровій турбіні надходить в заводську мережу, де повторно використовується, як живляча вода для котлів утилізаторів [1].

Характеристика сировини і продуктів наведені у таблиці 10.1.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

дозволяє захистити навколишнє середовище, населення від шкідливої дії атмосферних забруднень, які потрапляють в нижні шари атмосфери від даного виробництва. Гранично допустима концентрація залишається основним нормативом для певної шкідливої речовини, проте гранично допустимі викиди простіше контролювати за допомогою засобів моніторингу викидів.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

При дотриманні вимог безпеки праці, що встановлюються в проекті, безпека праці на підприємстві гарантується.

Таким чином, проектом досягнуто поставленої мети, виконано обов'язкові задачі та розширено коло питань, що потребували дослідження.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Яновський, М. А. Технологія аміаку: навчальний посібник / М. А. Яновський, І. М. Демиденко Б. І. Мельников, О. Я. Лобойко, Г. М. Корона. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2004.–300с. - ISBN 966-8018-03-6.

2. Кожухар, В. Я. Технологія зв'язаного азоту/ В.Я. Кожухар, Л.М. Ерайзер, В.В Брем - ОНПУ, 2012. – 279 с.

3. Атрощенко, В. И. Технология связанного азота / В. И. Атрощенко, А. Н. Алексеев, А. П. Засорин и др. – М.: Химия, 1985. – 326 с.

4. Концевой, А. Л. Алгоритмізація і програмування науково-технічних та технологічних розрахунків / А. Л. Концевой, С. А. Концевой –, 2013. – 284 с.

5. Лукінюк, М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230-231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

6. Лукінюк, М. В. Технологічні вимірювання та прилади [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427-428. – 200 пр. –ISBN 978-966-622-247-6.

7. Бабіченко, А. К. Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с.: іл. – Бібліогр.: с. 467. – 500 пр. – ISBN 966-593-232-2.

8. Бабіченко, А. К. Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 2. Регульовальні і виконавчі пристрої. – 658 с.: іл.– Бібліогр.: с. 644–645. – 500 пр. – ISBN 966-593-292-6.

					ХН 3213 1440 000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

