

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Кафедра хімічної технології високомолекулярних сполук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Виробництво аміаку

Завідувач кафедри

(підпис)

Середа В.І.

Керівник роботи

(підпис)

Павленко О.В.

Студент

(підпис)

Костеров А.А.

Група

ХТ.м – 11ш

2022 р.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить 82 листа пояснювальної записки, які мають 2 рисунка, 13 таблиць, список літератури з 29 джерел.

Тема проекту: Синтез аміаку середнього тиску

Наведено обґрунтування технологічної схеми виробництва аміаку.

Подано відомості про технічні вимоги до вихідних матеріалів та готової продукції, характеристики токсичності, пожежо- та вибухонебезпечності, виконано технологічні розрахунки виробництва. Розроблено схему автоматизації технологічного процесу з використанням сучасних контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації.

Ключові слова: аміак, каталізатор, синтез, технологічна схема .

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 6 |
| 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД | 7 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 31 |
| 2.1. Характеристика готового продукту | 31 |
| 2.2. Вимоги до сировини, матеріалів і напівфабрикатів | 33 |
| 2.3. Опис технологічного процесу | 34 |
| 2.4. Характеристики застосованого обладнання | 38 |
| 2.5. Автоматизація і механізація виробництва | 39 |
| 2.6. Аналітичний контроль технологічного процесу | 41 |
| 2.7. Розрахунок матеріального балансу виробництва | 42 |
| 2.8. Відходи виробництва, шляхи їх використання та переробки | 52 |
| 2.9. Розрахунок кількості обладнання | 53 |
| 2.10. Розрахунок енергозатрат і води на технологічні вимоги | 56 |
| 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ | 58 |
| 4 БУДІВЕЛЬНО-КОМПОНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ | 63 |
| 4.1. Характеристика виробничої будівлі | 63 |
| 4.2. Вентиляційна система та освітлення будівлі | 66 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА | 69 |
| 5.1. Організація виробництва | 69 |
| 5.2. Розрахунок чисельності робочого персоналу | 71 |
| 5.3. Розрахунок продуктивності праці | 74 |
| 5.4. Визначення фонду заробітної плати | 75 |
| 5.5. Розрахунок непрямих витрат. | 80 |
| 5.6. Розрахунок витрат на сировину і матеріали | 81 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|---------------|--------|------|---------------------------|--|--|------------------|------|---------|----|--|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | |
| Розроб. | | Костеров А.А. | | | Виробництво аміаку | | | Літ. | Арк. | Аркушів | | |
| Перевір. | | Павленко О.В. | | | | | | | | 4 | 87 | |
| Реценз. | | | | | | | | <i>ШІ Сум ДУ</i> | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | | | | | |
| Затверд. | | Середа В.І. | | | | | | | | | | |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.7 | Собівартість одиниці продукції. | 82 |
| 5.8 | Орієнтовна планова калькуляція і техніко-економічні показники. | 84 |
| | ВИСНОВОК | 85 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 86 |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 5 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ВСТУП

Аміак - безбарвний газ з різким запахом і їдким смаком, легший вдвічі від повітря. При $-33,35^{\circ}\text{C}$ і при атмосферному тиску аміак скраплюється в безбарвну рідину, а при $-77,75^{\circ}\text{C}$ замерзає, перетворюючись у безбарвну кристалічну масу. Транспортують і зберігають у рідкому стані в сталевих балонах під тиском 6-7 атм.

У воді аміак розчиняється дуже розчинний: при 0°C і звичайному тиску в 1 об'ємі води розчиняється близько 1200 об'ємів NH_3 , а при 20°C - 700 об'ємів. Концентрований розчин містить 25% NH_3 і має густину $0,91 \text{ г/см}^3$. Розчин аміаку у воді називають аміачною водою або нашатирним спиртом. Звичайний медичний нашатирний спирт містить до 10% NH_3 , аміачна вода від 10% і більше. При нагріванні розчину аміак легко випаровується.

На сучасних заводах синтез проводять у більшості випадків при тисках 250-350 атм, а інколи навіть при 700-1000 атм. Чим більший тиск, тим більше рівновага реакції зміщується в бік утворення NH_3 , тобто в бік збільшення виходу аміаку. Але процес при дуже високих тисках дуже дорогий і економічно не вигідний.

Виробництво в Україні

Основними виробниками аміаку в Україні є підприємства хімічного холдингу OSTCHEM, зокрема, «Рівнеазот», Сєверодонецьке об'єднання «Азот», Черкаський «Азот» та Концерн «Стирол», а також Одеський припортовий завод та «ДніпроАзот». В останні період виробництво аміаку в Україні почало скорочуватись. За даними Державної служби статистики України, за березень 2021 року виробництво знизилось на 25.9% у порівнянні з 2020 роком та склало 279 тис. тонн. В загальному, за три місяці 2021 року Україна знизила виробництво аміаку на 33.3% - до 1 млн тон.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Для максимально ефективного синтезу аміаку, очищення сумішей, що надходять до колони синтезу, перероблення відпрацьованої газової суміші був проведений патентний пошук для виявлення максимально вигідної технології синтезу, та були зібрані данні для покращення системи виробництва.

1.1 Очищення газових сумішей для синтезу аміаку

Якість газової суміші яка подається для синтезу аміака має бути високою і по можливості очищена від домішок, які можуть включати в себе: інертні гази, вологу та інше. Підготовка суміші прямо впливає на процес синтезу. На теперішній час розроблено ряд патентів, які пропонують способи очищення газової суміші.

1.1.1 «Очищення газових сумішей для синтезу аміаку» [1]

Комерційне виробництво синтетичного аміаку вимагає суміші азоту і водню в пропорції один до трьох за обсягом, стиснутої до 100 атмосфер і більше і пропускається через відповідний каталітичний агент, здатний стимулювати з'єднання двох газів. де виробляється достатня кількість тепла підтримки температури, необхідної щоб одержати задовільних виходів.

Присутність деяких домішок у газах, що використовуються для цього синтетичного виробництва аміаку, призводить до псування каталізатора або отруює його, так що його активність значно знижується, і зрештою такий каталізатор перестає діяти. Необхідно замінити або відновити такий отруєний каталізатор, що потребує зупинки виробництва. Такими домішками, зазвичай присутніми в цій газовій суміші, є кисневмісні сполуки, хлор, сірка та фосфор у різних поєднаннях.

Тому в промисловій практиці надзвичайно вигідно для забезпечення задовільних виходів видаляти, якщо можливо, навіть останні сліди цих шкідливих домішок із азотно-водневої суміші перед її каталітичною обробкою.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ

У роботі [1] виявлено, що аміак можна отримати з хорошим виходом шляхом попереднього очищення суміші азоту та водню шляхом введення аміаку в газ перед його стисненням. Цей аміак можна використовувати в будь-якій формі, такій як газ, ангідрид або вода, у кількості, достатньому для підлужування водного конденсату, отриманого при подальшому стисненні. Далі, що потрібна кількість аміаку зазвичай не перевищує 0,20% обсягу азотно-водневої суміші, але має бути достатньо для об'єднання в конденсований розчин з будь-якими домішками, здатними хімічно з'єднуватися з аміаком або розчинятися в аміачному конденсаті, що утворюється.

Конкретні домішки, присутні в цій азотно-водневій суміші, які успішно видаляються цими способами очищення, являють собою двоокис вуглецю, оксиди сірки і фосфору, соляну кислоту, сірководень, хлор, вуглеводні та різні інші сполуки, здатні розчинення у водному розчині з'єднання з ним. При здійсненні цього процесу очищення передбачається, що газова суміш, що обробляється, містить вологи, достатньої для утворення конденсату при стиску до ступеня, зазвичай необхідної в практичному каталітичному синтезі аміаку.

Газоподібна суміш з введеною в неї такою невеликою кількістю аміаку потім стискається до 100 або більше атмосфер; потім отриману нагріту суміш з компресора пропускають через охолоджувальний конденсатор будь-якої відповідної форми, з якого аміачний конденсат, що став лужним, збирають у ресивері, в той час як очищена таким чином газоподібна суміш азоту та водню в їх комбінованих співвідношеннях проходить далі. для подальшої обробки каталітичною сумішшю. Лужний конденсат видаляє за допомогою цієї операції шкідливі сполуки та кислоти, згадані вище, які можуть бути розчинені у цьому водному конденсаті або можуть бути з ним об'єднані хімічно.

Винахід заявлено:

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 8 |

1) При виробництві аміаку стадії очищення газоподібної азотно-водневої суміші від сполук, що отруюють каталізатор, охолоджують її, при цьому аміак і містять вологу, які включають введення аміаку в зазначену суміш перед стиском, і після цього стиснення і з'єднання в ньому аміачного конденсату.

2) При виробництві аміаку етапи очищення газоподібної азотно-водневої суміші від отруйної каталізатор сполуки, що містить вологотворний аміак і, до зазначеної суміші перед стисненням у кількості, достатньому для нейтралізації кислотних домішок у ній, та подальше стиснення та охолодження, за допомогою чого аміак та зазначені сполуки у ньому хімічно з'єднуються з утворенням аміачного конденсату.

3) При виробництві аміаку етапи очищення газоподібної азотно-водневої суміші від отруйних каталізатор сполук, що містять вологу, які включають введення аміаку в зазначену суміш перед стиском у кількості, достатньому для підлужування кислотних домішок у ній, з подальшим стисненням та охолодженням. те саме, за допомогою чого аміак і зазначені в ньому сполуки хімічно поєднуються з утворенням лужного водного конденсату.

1.1.2 «Спосіб видалення інертних газів із синтез-газу аміаку» [2]

Видалення домішок із реагентів, що завантажуються в процес, є проблемою, з якою стикаються майже в кожному виробничому процесі. В одних процесах використовуються порівняно прості методи, тоді як в інших залежно від природи домішки необхідні більш складні методи. У деяких процесах домішки видаляють хімічними методами, тобто підбирають агент, який хімічно реагує з домішкою, але не реагентами, і тим самим видаляє домішка. У деяких процесах використовуються фізичні методи, такі як рідинне випаровування, екстракція розчинником, контактування з твердими речовинами, просіювання, магнітна сепарація, флотація і т. д. В інших процесах використовуються як хімічні, так і фізичні методи. Вибраний метод

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 9 |

залежить від природи домішки та природи реагентів, з яких домішка має бути видалена.

Взагалі, тверді речовини легше очистити, ніж рідини, а рідини легше очистити, ніж гази. Це особливо вірно, коли домішки, що видаляються з потоку газів-реагентів, є інертні гази. Будучи інертними, інертні гази не вступають у хімічні реакції, тому їх видалення обмежуються фізичними методами. Крім того, ці інертні речовини зазвичай присутні лише у невеликих кількостях. Тому доводиться як обмежуватися фізичними методами видалення, а й зіштовхуватися з проблемою видалення малих обсягів інертних речовин із великих обсягів реагуючих газів, до того ж концентрація інертних речовин у системі зростатиме досі, коли процес стає непрацездатним.

У добре відомому процесі Габер для виробництва аміаку важливо, щоб азот і водень були належним чином очищені перед подачею на стадію каталітичного синтезу процесу. гази залежатимуть від їхнього джерела. Одним з широко використовуваних джерел водню є каталітичний риформінг природного газу з отриманням монооксиду вуглецю і водню, за яким слідує добре відома реакція водяного газу для перетворення монооксиду вуглецю в діоксид вуглецю і отримання більшої кількості водню. Частина водню спалюється з повітрям для одержання азоту, а суміш газів очищається від монооксиду вуглецю та діоксиду вуглецю. Підготовку синтез-газу регулюють таким чином, щоб кінцевий газ містив водень та азот у молярному співвідношенні приблизно 3 до 1.

Коли синтез-газ отримують, як описано вище, він містить деякі інертні речовини, такі як метан, гелій, аргон, неон, криптон та ксенон, які не видаляються в описаному вище процесі очищення. Останні три гази присутні у надзвичайно низьких концентраціях. Тому про загальні інертні речовини зазвичай говорять як про метан, що включають, і гелій плюс аргон, і вони позначаються нижче. Метан, власне кажучи, не є інертним газом. Однак, що стосується стадії синтезу установки синтезу аміаку, вона є інертною. Тому

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 10 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

він так охарактеризований тут. Інертне можна визначити як нейтральну речовину, тобто позбавлену активних хімічних властивостей. Тому в потоці реагентів будь-яка речовина, що міститься в ньому, не бере участі в реакції або не сприяє реакції, можна вважати інертним.

На установці синтезу аміаку газу, що не прореагували, з конвертованого рециркулюють разом зі свіжим синтез-газом на вхід конвертера. Отже, у той час як загальна концентрація інертних речовин у свіжому синтез-газі низька, концентрація інертних речовин у рециркулюючому потоці зростає до дуже високих значень, якщо зазначені інертні речовини не видаляються із системи безперервно. Коли інертні речовини досягають надто високої концентрації, ефективність конвертера знижується через нижчий ефективний тиск реагентів і зниження продуктивності. Невелика кількість інертних речовин постійно поглинається рідким аміаком, що відводиться із системи зберігання. Однак цієї кількості, що поглинається, недостатньо, щоб не допустити підвищення концентрації інертних речовин до надмірних значень.

Ця вентиляція для видалення інертних газів неминуче призводить до втрати певної кількості аміаку, водню та азоту із системи. Це є втратою потенційної продукції рослин, і тому дуже бажано, щоб ця втрата була усунена або зведена до абсолютного мінімуму.

Було виявлено, що метан переважно поглинається рідким аміаком із суміші інертних речовин, що складається з метану, гелію та аргону. Переважне поглинання метану в порівнянні з гелієм та аргонем викликає підвищення концентрації гелію та аргону в циркулюючих газах. При заданій концентрації всіх інертних речовин у циркулюючому газі і при заданому тиску гелій плюс аргон без метану будуть мати більш високий парціальний тиск. Парціальний тиск газу в суміші газів визначається як тиск, який він зробив би, якби він один знаходився в об'ємі, який займає суміш газів. Домішки у зазначеній рідині у вигляді окремих газів, присутніх у суміші газів, прямо пропорційна їх індивідуальним парціальним тискам і практично

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 11 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

не залежить від наявності інших, тобто концентрація розчиненого газу в розчині рідини прямо пропорційна концентрації нерозчиненого газу у вільному просторі над рідиною. Таким чином, більш високий парціальний тиск гелію плюс аргон збільшує розчинність зазначеного гелію плюс аргон у рідкому аміаку. абсорбент щонайменше однієї інертної речовини із суміші інертних речовин, що містяться у зазначених газоподібних реагентах, для підвищення парціального тиску інших зазначених інертних речовин настільки, що вони також можуть бути абсорбовані зазначеним абсорбентом і, таким чином, очистити зазначені газоподібні реагенти від інертних речовин.

Крім того, згідно з винаходом пропонується спосіб роботи установки синтезу, в якому газоподібні реагенти реагують з утворенням газоподібного зазвичай продукту, який. потім зріджується, що включає рециркуляцію частини зазначеного зрідженого продукту в точки в системі для переважного поглинання щонайменше одного інертного речовини із суміші інертних речовин, що містяться в зазначених газоподібних реагентах, для збільшення парціальних тисків іншого із зазначених інертних речовин до ступеня - що вони також можуть бути абсорбовані у вказаному зрідженому продукті, випаровуючи вказаний абсорбент для видалення з нього абсорбованих інертних речовин і, таким чином, очищуючи гази-реагенти від інертних речовин.

Таким чином, при практичному застосуванні винаходу [2] на установці синтезу аміаку метан в циркулюючих газах переважно поглинається рідким аміачним продуктом, а концентрація інертних речовин, що залишилися, гелію і аргону, навмисно підвищується до збільшення їх парціальних тисків. настільки, що вони теж можуть бути поглинені рідким аміаком.

1.1.3 «Спосіб очищення азотно-водневої суміші при синтезі від вологи» [3]

Після стиснення сумішей азоту і водню в комбінованих пропорціях у процесі одержання синтетичного аміаку газова суміш ще містить, крім інших

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 12 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

домішок, деяку кількість вологи, що знаходиться в рівновазі при відповідному тиску та температурі. Ця волога несприятливо впливає на аміачний каталізатор і під час виробництва безводного аміаку викликає забруднення препарату.

При тисках вище 100 атмосфер кількість цієї вологи обов'язково невелика, але вважається важливим видалити його, що було зроблено в холодильнику, промиванні рідким безводним аміаком чи іншими засобами.

Підживлення у вигляді суміші зазвичай звільняють, наскільки це можливо, від двоокису вуглецю - промиванням у їдкому натрі або іншим способом, оскільки це також шкідлива домішка.

Тому в промисловій практиці надзвичайно вигідно для забезпечення задовільних виходів видалити, якщо можливо, навіть останні сліди цих шкідливих домішок із азотно-водневої суміші перед її каталітичною обробкою.

Виявлено, що ці домішки, так і інші, такі як частинки масла і пил, можуть бути ефективно видалені у твердій формі.

Кількість вологи, що бере участь у цій реакції, обов'язково мала, оскільки газ при тиску 100 атмосфер, насичений водяною парою при 20°C, містить (за обсягом) лише близько 1 частини вологи на 30000 частин газу. Отже, для видалення цієї води з утворенням карбонату амонію потрібна така ж кількість вуглекислого газу.

Зазвичай, якщо цей вуглекислий газ не буде повністю видалений, твердий карбонат амонію, що утворився, в кінцевому рахунку викличе труднощі через засмічення системи трубопроводів.

У будь-якому процесі розширення циркуляційної системи, що викликає переривання газового потоку і містить матеріал, що дає поверхню, може бути вигідно використано для забезпечення осадження твердих матеріалів.

На практиці Хей виявив, що осадження цієї твердої речовини призводить до захоплення будь-яких інших твердих або рідких домішок,

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 13 |

присутніх у газовому потоці, таких як частинки олії та пилу, які потім переміщуються.

На практиці здійснюється вдосконалений процес шляхом подачі газу, що містить вуглекислий газ, в циркуляційну систему, що містить газову суміш. використання у синтезі аміаку безпосередньо попереднє чи безпосереднє розширення у системі циркуляції після стиску, але до каталізу.

Це розширення може складатися з будь-якої відповідної камери, заповненої кільцями Рашига або аналогічним накопичувальним або фільтруючим матеріалом, який викликатиме осадження твердих або рідких домішок без зупинки потоку, що, таким чином, звільняється від шкідливих речовин. паралельно - дозволить зручно використовувати один, тоді як інший залишається у роботі.

Таким чином, суттєві особливості процесу включають введення невеликих, але контрольованих кількостей діоксиду вуглецю в газу під тиском для отримання твердого з'єднання, що містить вологу, яке також видаляє введений діоксид вуглецю, а також інші тверді та рідкі домішки. такі як частинки олії та пилу, причому такі домішки у твердій формі видаляються з циркулюючих газів перед виробництвом аміаку. Кількість двоокису вуглецю не повинна перевищувати половини обсягу аміаку в циркулюючих газах.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 14 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1.2 Синтезу аміаку

Процес синтезу аміаку є центральним процесом виробництва аміака, тому потрібно уділяти максимум уваги до кожної дрібниці. Для стабільної і продуктивної роботи колони синтезу треба підтримувати і регулювати багато параметрів таких як: температура, тиск, концентрація вхідних та вихідних потоків, тощо. Є багато схожих технологій, але в дрібницях вони відрізняються. В одних уклін сторону продуктивності, в інших якість сировини, що надходить або чистота продукту на виході з колони. При проектуванні намагаються зберегти баланс між всім вище перерахованим, для цього потрібно обробити багато інформації та привести її до спільної технології. Існує велика кількість винаходів, що стосуються процесу синтезу аміаку.

1.2.1 «Синтез аміаку» [4]

Для промислового виробництва синтетичного аміаку потрібна суміш азоту та водню у співвідношенні один до трьох за обсягом, стиснута до 100 і більше атмосфер. Такі домішки, зазвичай присутні у цій газовій суміші, зазвичай є кисень (вільний або у поєднанні), а також хлор, сірку і фосфор у різних поєднаннях.

Тому в промисловій практиці надзвичайно вигідно для забезпечення задовільних виходів видаляти, якщо можливо, навіть останні сліди цих шкідливих домішок із азотно-водневої суміші перед її каталітичною обробкою.

Виявлено, що аміак може бути отриманий із задовільними виходами шляхом промивання суміші азоту і водню під тиском 100 і більше атмосфер рідким аміаком або звичайним товарним аміаком, що містить частку води в один відсоток, причому цей метод видаляє практично всі домішки. шкідливі домішки, включаючи водяні пари, присутні у газовій суміші під час стиснення. Водний розчин аміаку, переважно використовуваний моєму способі, є водний розчин аміаку з дуже високим вмістом аміаку, тобто. від 90 до 99% аміаку та від 10 до 1% води. При здійсненні мого вдосконаленого

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 15 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

процесу в стислий каталітичний агент вводять контрольовані кількості чистого або технічного аміаку в рідкому стані в газоподібній суміші, але також, зокрема, вуглеводні, пари олії, монооксид вуглецю та інші домішки, які шкідливі для каталізатора. Такі кількості аміаку можуть варіюватися пропорційно кількостям, необхідним для реакції з домішками, присутніми в очищуваній газовій суміші; Рідкий аміак переважно пропускають і повторно циркулюють через суміш азоту і водню під тиском, протидіє руху газу, шляхом розподілу по поверхні, що надає масу, в безперервному циклі операцій.

Необхідно пропустити суміш азоту і водню під тиском близько 100 атмосфер в основу скрубера, що містить короткі відрізки залізної труби, для отримання підходящої маси, що надає поверхню, поверх якої виливається зазначений рідкий аміак, який стікає вниз по масі на противагу висхідному потоку газу разом з домішками. Таке промивання газової суміші чистим або технічним рідким аміаком видаляє з газової суміші останні «сліди» вищезгаданих домішок, зокрема вологу, пари олії та інші вуглеводні, потім потік практично чистої газової суміші пропускають для подальшої обробки. Наведений вище приклад є лише одним із практичних методів здійснення винаходу [4]; деталі можуть широко варіюватися у багатьох відношеннях, не виходячи за рамки обсягу винаходу та не жертвуючи перевагами, що отримуються від його використання.

1.2.2 «Спосіб виробництва аміаку» [5]

Удосконалений спосіб отримання синтетичного аміаку, в якому додатковий синтез-газ додають до рециркулюючого непрореагував газу з контуру каталітичної конверсії, що включає етапи введення летючого антиобмерзаючого з'єднання в гарячий додатковий газ для випаровування з'єднання, охолодження газу і випарного антиоденден антиобмерзаючого складу і розчинених домішок від додаткового газу, подальшого охолодження додаткового газу до температури, при якій залишився антиобмерзаючий склад аміаком, відокремлюючи рідкий аміак, що не випарувався, від

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 16 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

насиченого компенсаційного газу, змішування насиченого додаткового газу з рециклом та подача змішаних газів безпосередньо в каталітичний конвертер синтезу аміаку.

1.2.3 «Покращені конфігурації та методи виробництва аміаку» [6]

Установка синтезу включає систему поділу перед контуром синтезу, яка видаляє надлишковий азот та інші газоподібні з'єднання з вихідного газу, що має відношення водню до азоту менше 3:1, цим виробляючи синтез-газ із співвідношенням водню до азоту приблизно 3:1. Особливо кращі системи поділу включають холодильну камеру з холодоагентом, відмінним від повітря, або систему абсорбції зі змінним тиском.

Процес містить:

1) Контур синтезу аміаку, який отримує додатковий газ для синтезу аміаку, що має молярне відношення водню до азоту близько 3,0, і який охолоджується в контурі охолодження з використанням холодоагенту, відмінного від повітря; а також при цьому розділова установка поділяє вихідний газ, що має молярне відношення водню до азоту менше 2,5 на паливний газ і додатковий газ для синтезу аміаку.

2) Установку в якій паливний газ забезпечує охолодження в холодильному контурі.

3) Установку в якій паливний газ спалюють в установці риформінгу після того, як паливний газ охолоджує додатковий газ для синтезу аміаку.

4) Установку в якій холодоагент по суті не містить компонента, який утворює вибухонебезпечну або реакційну суміш з додатковим газом для синтезу аміаку.

5) Установку в якій холодоагент містить щонайменше 98 об.% азоту.

6) Установку в якій щонайменше частина холодоагенту рециркулюється в контурі охолодження.

7) Установку, яка відрізняється тим, що холодильний контур функціонально взаємодіє зі конфігурацією установки як модернізація, яка

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 17 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

збільшує виробництво аміаку в конфігурації установки на величину приблизно від 0,1% до 25%.

8) Установку, яка відрізняється тим, що додатковий газ для синтезу аміаку отримують з природного газу через установку первинного та вторинного риформінгу, при цьому установка поділу повітря подає збагачений киснем потік в установку вторинного риформінгу, і при цьому установка поділу повітря додатково забезпечує збагачений азотом потік додаткового газу для синтезу аміаку в позиції перед розподільчою установкою.

1.2.4 «Процес одержання аміаку каталізом» [7]

Даний винахід відноситься до синтетичного виробництва аміаку з газоподібних азоту та водню і, зокрема, до типу процесу, який відомий як процес де Жана. Загальний процес полягає у приготуванні сирової газової суміші, що містить водень, оксид вуглецю та азот, при цьому співвідношення між зазначеними трьома компонентами регулюється таким чином, щоб у той час, коли CO замінюється воднем, на кожні три обсяги водню та CO разом узяті; потім за допомогою каталізу в присутності водяної пари заміщають майже весь CO рівними обсягами водню, в результаті чого отримують неочищену газову суміш азоту і водню у суттєвому співвідношенні 1:3. Потім ці гази піддають дії тиску близько 95 атм. і, під таким тиском, поступово звільнявся від нечистот.

Залишкові гази із зазначеного зжиження повертаються в потік свіжих газів, що надходять в аміачний каталізатор.

Досі було визнано, що деякі домішки в газовій суміші, що каталізується, мабуть, діють руйнівню на каталітичну ефективність, і було запропоновано багато способів усунення. Легко зрозуміти, що в процесі такого характеру абсолютна або науково-ідеальна чистота газоподібного водню, що надходить в каталізатор, може бути досягнута в кращому випадку, якщо взагалі може бути досягнута, за рахунок нерозумного збільшення кількості стадій очищення. З цього випливає, що з практичної точки зору

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 18 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

гази, що вводяться в аміачний каталізатор, мають лише істотну, але не ідеальну чистоту. Наприклад, у газовій суміші зберігаються сліди домішок води та сполук вуглецю. Але саме присутність цих слідів домішок визначає оперативну ефективність аміачного каталізатора, чи буде каталізатор мати низьку або навіть неекономічну ефективність і короткий термін служби, або його ефективність буде високою і залишиться такою нескінченно довго.

Піддаючи газ безпосередньо перед його введенням в аміачний каталізатор обробці аміаком у його зрідженому стані (на відміну від водного аміаку), результати процесу в цілому будуть значно покращені. Ця процедура явно суперечить логічному проведенню загального процесу. Логічна процедура вказує на те, що газ, який вступає в контакт із каталізатором, повинен містити мінімум аміаку. Піддаючи свіжий газ обробці аміаком перед каталітичним етапом, можна було б отримати менше аміаку з газу шляхом каталізу, або знадобилося б більше охолодження для отримання тієї ж чистої кількості. Однак я виявив, що, діючи по-новому зазначеним способом, рідкий аміак, переважно одержуваний з газів, що каталізуються, діє як скруббер і очищувальне середовище до такого ступеня, що може бути усунена необхідність будь-яких складних або додаткових стадій остаточного очищення газу. Так, наприклад, там, де досі пропонувалося використовувати в системі очищення натронне вапно та амід натрію (див. патент США № 1436-949), таке очищення може бути усунене і задовільні результати отримані шляхом пропускання свіжого газу з етапу очищення аміачного карбонату міді безпосередньо у систему синтезу. Спеціальне очищення з використанням металевого нітрату натрію або магнію (патент США № 1,053,952) або використання каталітичного матеріалу (патент США № 1,386,760) та апаратура, необхідна для будь-якої спеціальної кінцевої очистки, можуть бути повністю виключені. Діючи відповідно до цього відкриття, бажаний рідкий аміачний скруббер може бути отриманий на місці і являти собою аміачний продукт процесу. Немає необхідності в додатковому устаткуванні для підтримки подачі необхідного рідкого аміаку, у

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 19 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

спеціальному скрубєрі та додатковому холодильному устаткуванні для підтримки аміаку в рідкому стані. Сам процес синтезу аміаку здатний забезпечити всі необхідні елементи як процесу, так устаткування.

1.2.5 «Спосіб каталітичного синтезу аміаку із суміші азоту і водню» [8]

Спосіб відрізняється тим, що природний газ разом з газом, збагаченим киснем, що містить щонайменше 70 об. % кисню, піддають автотермічному риформінгу при температурі від 900 до 1200°C і тиску від 40 до 100 бар у присутності каталізатора крекінгу з одержанням неочищеного синтез-газу, що містить 55-75 об. % H_2 , 15-30 об. % CO і 5-30 об. % CO_2 у перерахуванні на сухий стан, причому об'ємне співвідношення $H_2:CO$ становить від 1,6:1 до 4:1, неочищений синтез-газ виводять з печі для автотермічного риформінгу, охолоджують і піддають каталітичній конверсії для перетворення CO у H_2 , одержуючи конвертований синтез-газ, який містить у перерахуванні на сухий стан щонайменше 55 об. % H_2 і не більш 8 об. % CO , конвертований синтез-газ піддають багатоступінчастому абсорбційному очищенню для вилучення CO_2 , CO і CH_4 , причому здійснюють контактування синтез-газу з рідким азотом, використовуючи щонайменше одну стадію абсорбційного очищення, одержують суміш азоту і водню, яку подають на каталітичний синтез аміаку.

1.2.6 «Спосіб отримання синтез-газу аміаку з покращеним криогенним очищенням» [9]

В патенті розкрито спосіб та відповідне обладнання для виробництва синтез-газу аміаку, в якому сирий синтез-газ очищають у криогенній секції (CS), а потік рідини з високим вмістом азоту відокремлюють від потоку сирого синтез-газу під час очищення та HN . регулювання співвідношення і при цьому тиск згаданого потоку рідини знижується в турбіні для підвищення загального охолоджуючого ефекту для криогенної секції. Також розкрито варіанти здійснення, в яких охолодження також забезпечується детандер синтез-газу низького або високого тиску.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.3 Вилучення домішок з продувочних газів

Видалення домішок з продувочних газів є важливою складовою процесі виготовлення аміаку яку контролюють, так як це може призвести до забруднення системи, а отже і вплинути на кінечний продукт. Існуючі розробки пропонують різні рішення цього етапу синтезу.

1.3.1 «Вилучення вуглецю та азоту з аміачного продувочного газу» [10]

Винахід відноситься до галузі синтезу аміаку з кондиційного газу, за наявності водню та азоту. Аміачна установка для виробництва аміаку, в якій аміачний продувочний газ направляють у вузол вилучення, що містять засоби охолодження і фазові сепаратори, розташовані краном і включають сепаратори високого тиску і сепаратор, що працює при значно меншому градієнті, ніж тиск контуру при цьому газ спочатку охолоджують до температури часткового зрідження метану та аргону, а потім зменшують охолоджений потік у змішувачі сепаратора високого тиску на газоподібний потік та нижній рідкий криогенний продукт, далі збільшують у сепараторі більш високого тиску. Газовий потік, що містить азот і водень у контурі нагрівають в каналі теплообмінника, відводять та повертаються у контур, де відбувається синтез. Винахід дозволяє отримати високий ступінь вилучення азоту з продувочного газу при максимальній потужності компресора і низьку витрату енергії, а також зменшити вміст інертних домішок у контурі синтезу.

1.3.2 «Вилучення водню та азоту з продувочного газу аміаку» [11]

Розроблено установку з виробництва аміаку, в якій продувочний газ аміаку спрямовується в установку криогенної регенерації, яка містить засоби охолодження та фазовий сепаратор високого тиску, що працюють при петльовому тиску; всередині зазначеного блоку продувочний газ охолоджується до криогенної температури та досягається часткове зрідження метану та аргону; фазовий сепаратор високого тиску розділяє охолоджений потік на газ та кубову рідину; газ повторно нагрівається у проході теплообмінника; потім газ може бути повторно введений на стороні всмоктування циркуляційного насоса контуру.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 21 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1.4 Збільшення потужності виробництва

Для задоволення зростаючих потреб в такій сировині як аміак виробники стикаються з такими проблемами: реконструкція вже існуючого виробництва, більш точне регулювання процесу для отримання максимального виходу при хімічних реакціях або будівництво більш сучасного виробництва. В більшості випадків проводять реконструкцію, зазвичай замінюють колону синтезу на більш продуктивну. Будівництво нових підприємств потребує великих вкладень грошей і часу в порівнянні з частковою модернізацією. За цим напрямком також існує велика кількість наукових розробок.

1.4.1 «Спосіб збільшення потужності аміачної установки» [12]

Спосіб обробки технологічного конденсату на установці з виробництва аміаку, який відрізняється тим, що установка з виробництва аміаку включає початкову секцію, що виробляє додатковий газ, і секцію синтезу, де додатковий газ піддається реакції з аміаком, причому зазначений технологічний конденсат збирають з одного або більше обладнання заводу виробництва аміаку і є водний розчин, що містить аміак, діоксид вуглецю і метанол.

Зазначений спосіб включає: відпарювання зазначеного технологічного конденсату парою низького тиску для отримання парової фази, що містить аміак, діоксид вуглецю і метанол, відпарені з технологічного конденсату; конденсацію зазначеної парової фази з отриманням розчину, збагаченого аміаком та метанолом; повторне введення першої порції зазначеного розчину у вказане десорбуюче середовище; рециркуляцію другої порції зазначеного розчину на вказану установку виробництва аміаку.

1.4.2 «Спосіб заміни установки синтезу аміаку» [13]

Винахід відноситься до установки для синтезу аміаку та способу її модернізації. Спосіб передбачає головну секцію для отримання підживлювального газу, виділення водню і азоту, компресор для доведення підживлювального газу до тиску синтезу, секцію синтезу, що працює при

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 22 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

змішуванні синтезу і в якій підживлювальний газ піддається впливу з одержанням продуктового газу, що складається з аміаку, і щонайменше принаймні один парокompресійний холодильник для потоку живильного газу або підживлювального газу. Потім відбувається збільшення в міру збільшення кількості теплообмінника і абсорбційного холодильника, при цьому відбувається одне зниження в міру збільшення одного теплообмінника (до збільшення в міру збільшення потоку до зменшення в міру збільшення включення з включенням передачі тепла від потоку продуктового газу або підживлювального газу до холодоагенту, викликають охолодження абсорбційного холодагенту абсорбції, а в якості рушійної сили в абсорбційному холодильнику використовують низькопотенційну пару або гарячу воду з температурою більше 50 °С. Технічним результатом є створення установки синтезу аміаку, що забезпечує продуктивність та/або економічність процесу.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 23 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1.5 Очищення відпрацьованих газів під тиском

Відпрацьовані гази теж потребують очищення, в хімічній промисловості не буває відходів, тому що для одного процесу це є побічними продуктами або навіть залишком після реакцій для іншого процесу або виробництва є сировиною. Тому їх очищають і направляють в інші виробництва.

1.5.1 «Система очищення відпрацьованих газів під тиском» [14]

Корисна модель розкриває систему очищення газів, що відходять під тиском, яка включає систему компресійної сепарації, систему видалення аміаку з виділенням води, систему дегідратації бензолу з виділенням метанолу, систему низькотемпературного виділення сірки з виділенням метанолу і систему рекуперації енергії розширення очищувального газу.

Відпрацьований газ надходить у систему стиснення і поділу, а після підвищення тиску він надходить у систему елюювання аміаку водою для дезамінування, відпрацьований газ надходить у систему дегідратації бензолу з елююванням метанолу для видалення дебензолу. Система елюювання сірки для десульфурації, очищений газ після промивання низькотемпературним метанолом надходить у систему рекуперації енергії для розширення газу очищення для рекуперації енергії. Корисна модель має високу точність дезамінування, дебензолування та десульфурації, вміст аміаку у відпрацьованих газах після дезамінування становить менше 5 частин на мільйон, висока концентрація відновленої аміачної води, висока додана вартість, бензол у відпрацьованих газах після видалення бензолу становить менше 5 частин на мільйон, ступінь вилучення бензолу висока, а наступні інвестиції в десульфурацію, загальний вміст сірки в газі після десульфурації становить менше 1 частини на мільйон, що знижує наступні інвестиції і витрати на десульфурацію, а вилучений кислий газ має високу концентрацію сульфідів. та високу додану вартість.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 24 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1.6 Сучасна технологія виробництва аміаку ґрунтується на прямому синтезі з складових частин.

Синтез аміаку з газоподібного азоту та водню протікає з рівномірною швидкістю тільки за участю твердих каталізаторів - це гетерогенно-газова каталітична реакція [15].

1.6.1 Каталізатори

Для синтезу аміаку каталізаторами є залізо, родій, уран, марганець, вольфрам, платина, осмій та інші метали, атоми яких є незаповненим другим зовні електронним шаром. Особливо велика активність виявлена при проведенні лабораторних дослідженнях у осмію та урану. Умови в лабораторії та на виробництві, який переробляє сотні тисяч і мільйони кубічних метрів газу, різні. Були докладені великі зусилля, щоб знайти каталізатори, що задовольняють виробничим вимогам.

Промисловий каталізатор повинен бути активним за відносно низьких температур у зв'язку з розглянутою вище залежністю стану рівноваги реакції від температури. Активність каталізатора повинна підтримуватися на постійному та досить високому рівні протягом тривалого часу. Присутність у газі домішок, повне видалення яких є складним і дорогим процесом, може істотно впливати на активність каталізатора. Нарешті, каталізатор повинен бути дешевий. Цим вимогам не задовольняють, наприклад, осмій, платина, уран, залізо; перші два метали - активні та стійкі каталізатори, але дороги; уран - активний каталізатор, але легко отруюється водяними парами; відновлене металеве залізо - активний і дешевий, але нестійкий каталізатор.

У пошуках каталізатора, що найбільше відповідає промисловим вимогам, були випробувані тисячі різноманітних матеріалів - майже всі метали, як самі по собі, так і в поєднанні по два і по три в різноманітних пропорціях. Ще раніше було помічено, що каталізатори, що складаються з кількох речовин, найчастіше активніші, ніж окремі складові їх речовини. Досвід показав, що ця закономірність проявляється і при синтезі аміаку на залізних каталізаторах: каталізатори для синтезу аміаку, отримані

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 25 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

відновленням залізних руд різних родовищ, при майже однаковому хімічному складі відрізняються за активністю іноді втричі-вчетверо. Ці спостереження стали основою подальших пошуків. Виявилось, що каталізатором, що задовольняє переліченим вище вимогам, є металеве залізо з добавкою незначних кількостей окислів алюмінію і калію. Такий каталізатор активніший, ніж чисте залізо, і зберігає свою активність протягом багатьох місяців за умов роботи на промисловому газі.

Для кожного каталізатора характерний оптимальний температурний режим. Каталізатори, приготовлені із заліза або залізної руди, дають можливість вести процес за температур: не нижче 450°C і не вище 600°C. Значно відрізняються від них у цьому відношенні залізні активовані каталізатори, отримані розкладанням комплексних ціанистих солей, наприклад, залізисто-синеродистого калію-алюмінію. Ці каталізатори активні вже за 400°C і нижче.

Підвищення активності каталізатора - це ефективний спосіб збільшення продуктивності апарату. Завдяки вдосконаленню методів отримання каталізаторів вдалося значно підвищити продуктивність колон синтезу [16].

При дуже високих тисках рівновага настільки значно зміщується в бік утворення аміаку, що можливим підвищити температуру до 800-900 °C, при якій (під тиском 500 ат) реакція протікає без спеціально введених в апарат каталізаторів. За цих умов, мабуть, досить каталітичної дії стінок реакційного апарату, - в лабораторному апараті без каталізаторів реакція протікала з великою швидкістю і була досягнута висока ступінь перетворення вихідної суміші.

1.6.2 Стадії реакції синтезу аміаку [17].

Будь-яка реакція між газоподібними речовинами, що протікає на поверхні каталізатора, може бути розділена на п'ять стадій:

- 1) перенесення газоподібних реагуючих речовин до поверхні каталізатора,
- 2) адсорбція

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 26 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

- 3) реакція на поверхні
- 4) десорбція продукту реакції з поверхні
- 5) перенесення продукту реакції від поверхні обсяг газової фази.

Адсорбція при гетерогенно-газових каталітичних реакціях характеризується, у більшості випадків, відносно високою енергією активації та супроводжується виділенням значної кількості тепла (від 10 до 100 ккал на 1 г-мол адсорбованого газу). Така адсорбція називається активованою.

Швидкість однієї з перерахованих стадій може бути значно менше швидкостей інших стадій, і тоді ця стадія визначає швидкість сумарного процесу. Яка зі стадій буде повільною, залежить від властивостей системи та значень зовнішніх параметрів. Іноді швидкість каталітичного процесу визначають стадії переносу газоподібних речовин до поверхні та продуктів реакції від поверхні. Наприклад, якщо газова суміш проходить через шар каталізатора з невеликою лінійною швидкістю, то перенесення речовин до поверхні каталізатора відбувається повільно і може обмежувати швидкість сумарного процесу - реакція характеризується малим значенням енергії активації і незначним збільшенням швидкості реакції з підвищенням температури. Значно частіше швидкість реакції обмежується швидкістю адсорбції, десорбції або реакції на поверхні.

Стадії каталітичного синтезу аміаку такі. Азот і водень дифундують з обсягу газової фази до поверхні каталізатора, де протікає активована адсорбція обох газів. Далі адсорбований азот вступає у взаємодію Космосу з адсорбованим або газоподібним воднем, причому послідовно утворюються NH , амід NH_2 і аміак NH_3 . Останній десорбується з поверхні і надходить обсяг газової фази.

Великі роботи в галузі вивчення швидкості синтезу та розкладання аміаку дають великий матеріал для теоретичної хімії, незважаючи на те, що значна частина їх присвячена дослідженням ефективних каталізаторів для промислового синтезу та визначення оптимальних умов для їх застосування.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 27 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Вимірювання швидкості синтезу аміаку на залізному, молібденовому і вольфрамовому каталізаторах і швидкості розкладання аміаку на залізному і мідному каталізаторах показали, що швидкість синтезу на різних каталізаторах підпорядковується рівнянню, що вказує на спільність механізму реакції на різних каталізаторах. Таким чином, кінетичні виміри сумарних процесів підтверджують, що адсорбція азоту та десорбція його є обмежуючими стадіями синтезу та розкладання аміаку.

Дослідження швидкості синтезу аміаку під підвищеним тиском в ізотермічних умовах проводилися з чистою азотоводородною сумішшю стехіометричного складу при тиску 300 ат, температурах 425-525 °С інтервалом в 25 °С і при різних об'ємних швидкостях з залізним каталізатором), отриманим методом кисневої плавки.

При одній і тій же температурі і при різних об'ємних швидкостях значення констант швидкості реакції близькі між собою.

1.6.3 Оптимальні умови синтезу аміаку

Вміст аміаку в газі падає зі збільшенням об'ємної швидкості, тобто зі зменшенням часу контактування.

З підвищенням тиску збільшується рівноважний вихід аміаку та зростає швидкість реакції. Швидкість реакції зростає також із зменшенням розмірів зерен каталізатора.

Знаючи залежність ступеня перетворення вихідної суміші від об'ємної швидкості, температури, тиску та розмірів зерен каталізатора, можна визначити умови, необхідні для досягнення високої продуктивності каталізатора.

При даній об'ємній швидкості продуктивність каталізатора прямо пропорційна вмісту аміаку, тобто досягає максимуму при оптимальному температурному режимі та збільшується з підвищенням тиску.

Зі збільшенням об'ємної швидкості продуктивність каталізатора зростає, тому що, як було показано вище, вміст аміаку зменшується повільніше, ніж зростає об'ємна швидкість.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 28 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Продуктивністю каталізатора (G) називається вага продукту, отриманого протягом однієї години з 1 м³ каталізатора. Продуктивність каталізатора виявляється у кг/м³ год.

Для підвищення продуктивності каталізатора потрібно збільшувати об'ємну швидкість, що призводить до зниження вмісту аміаку в газі після контакту. Це можливо лише за умови, що невикористана азотоводородная суміш знову направляється в колону синтезу.

При виборі об'ємної швидкості враховують як необхідність найкращого використання каталізатора, а й вплив зміни об'ємної швидкості на продуктивність інших апаратів (що входять у агрегат синтезу аміаку), і навіть витрата енергії на транспорт газу і нагрівання і охолодження газових сумішей.

Витрата енергії на транспорт газу через реакційну апаратуру пропорційна об'ємній швидкості, а не продуктивності каталізатора. Отже, зі збільшенням об'ємної швидкості витрата енергії за цією статтею на 1 т аміаку збільшується.

Виділення аміаку з газової суміші проводиться зазвичай його конденсацією.

Оскільки зі збільшенням об'ємної швидкості зменшується парціальний тиск аміаку, то для того, щоб сконденсувати аміак, газ повинен бути охолоджений до нижчої температури.

Кількість тепла, що виділяється при реакції в одиницю часу на одиницю об'єму каталізатора, пропорційно до продуктивності каталізатора. Тому зі збільшенням об'ємної швидкості кількість тепла, що припадає на 1 м³ газу, зменшується.

При заданій температурі газу на виході з апарату кількість тепла, що забирається газами, зростає прямо пропорційно об'ємної швидкості.

Вибір об'ємної швидкості у кожному окремому випадку може бути зроблено лише на підставі різнобічного аналізу процесу. Підвищення

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 29 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

продуктивності шляхом збільшення об'ємної швидкості обмежується насамперед вимогою вести процес без витрати тепла ззовні.

Спочатку під час виробництва синтетичного аміаку працювали з невеликими об'ємними швидкостями (5000-10000), тепер перейшли до швидкостей 30 000-60 000 nm^3/m^3 годину.

Таким чином, для досягнення вищої продуктивності необхідно проводити процес при високих тисках і оптимальному для даного каталізатора температурному режимі, при великих об'ємних швидкостях і на більш чистому газі.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 30 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЦЕСУ

2.1 Характеристика готового продукту

Готову продукцію можна вважати, як самостійну продукцію, складову частину для виготовлення інших продуктів або складову частину приладів(наприклад як теплоносій в системах низькотемпературних енергій «Чиллер»)

Залежно від призначення аміак випускають дві марки:

А - для різних галузей промисловості;

Б - для сільського господарства як азотне добрива.

Таблиця 1- Технічні вимоги до готової продукції

| Найменування показника | Норма для марки | |
|---|--------------------------|--|
| | А ОКП 21 3325 0200 | Б ОКП 21 8133 0200 |
| 1. Зовнішній вигляд | Прозора безбарвна рідина | Прозора безбарвна або жовтувата рідина |
| 2. Масова частка аміаку, %, щонайменше | 25 | 25 |
| у перерахунку на азот, %, щонайменше | Не нормується | 20,5 |
| 3. Масова концентрація нелетючого залишку, г/дм, трохи більше | 0,07 | Не нормується |
| 4. Масова концентрація діоксиду вуглецю, г/дм, трохи більше | Не нормується | 8 |

Примітки:

1. При транспортуванні водного аміаку до цистерн допускається незначна опалесценція.

2. Допускається виготовляти продукт марки Б у літній час (травень-серпень, а для Середньої Азії травень-вересень) з масовою часткою аміаку не менше 22% та в перерахунку на азот не менше 18%.

3. Допускається за погодженням із споживачем використовувати продукт марки Б у промисловості.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 31 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ

Вимоги безпеки

Водний аміак - негорюча та не вибухонебезпечна рідина. Але при дегазації пари здатні створити вибухонебезпечні концентрації. Газоподібний аміак, що виділяється з водного аміаку, за нормальних умов - газ з різким запахом, вибухонебезпечний, токсичний та горючий [18].

За ступенем впливу на організм людини аміак належить до 4-го класу небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.007.

Гранично допустима концентрація (ГДК) аміаку повітря робочої зони - 20 мг/м по ГОСТ 12.1.005. Нижня і верхня концентраційні межі поширення полум'я - від 15 до 28 об'ємних часток аміаку за ГОСТ 12.1.044. Температура самозаймання газоподібного аміаку 650 °С.

Аміак має різко виражену дратівливу дію. При малих концентраціях викликає різкий задушливий кашель та сльозотечу, при великих гостре подразнення очей, запаморочення, ядуха, опіки слизових оболонок

Роботу з водним аміаком треба проводити всередині добре вентильованих приміщень.

Охорона природи

Захист природи при виробництві водного аміаку забезпечується герметизацією технологічного обладнання та транспортної тари, влаштуванням вентиляційних відсмоктувачів у місцях можливого витоку продукту.

Газові викиди виробництва та наливу в залізничні цистерни не винні перевищувати встановлені норми, тобто концентрація після газоочисних установок не повинна перевищувати 3,8 та 4,0 г/м відповідно.

Контроль здійснюють лабораторії разом із санітарним наглядом.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 32 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

2.2 Вимоги до сировини, матеріалів та півфабрикатів

Газоподібний азот - інертний газ без кольору та запаху щільністю 1,25046 кг/м³ при 0 °С та тиску 101,3 кПа. Питома кількість газоподібного азоту дорівнює 860,4 дм³/кг при тиску близько 105 Па і температурі 290 К. Рідкий азот - безбарвна рідина, без запаху з температурою кипіння 77,35 К при тиску 101,3 кПа та питомим об'ємом 1,239 дм³/кг при температурі 77,35 К та тиску 101,3 кПа. Стандарт відповідає міжнародному стандарту ISO 2435-73 у частині технічного газоподібного азоту, призначеного для технічних систем літака, за вмістом азоту, кисню, водяної пари, олії.

Водень технічний

1. Об'ємна частка водню у перерахунку на сухий газ, %, не менше 99,99
2. Сумарна об'ємна частка кисню та азоту, %, не більше 0,01
3. Масова концентрація водяної пари при 20 °С і 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), г/м, не більше: 0,5

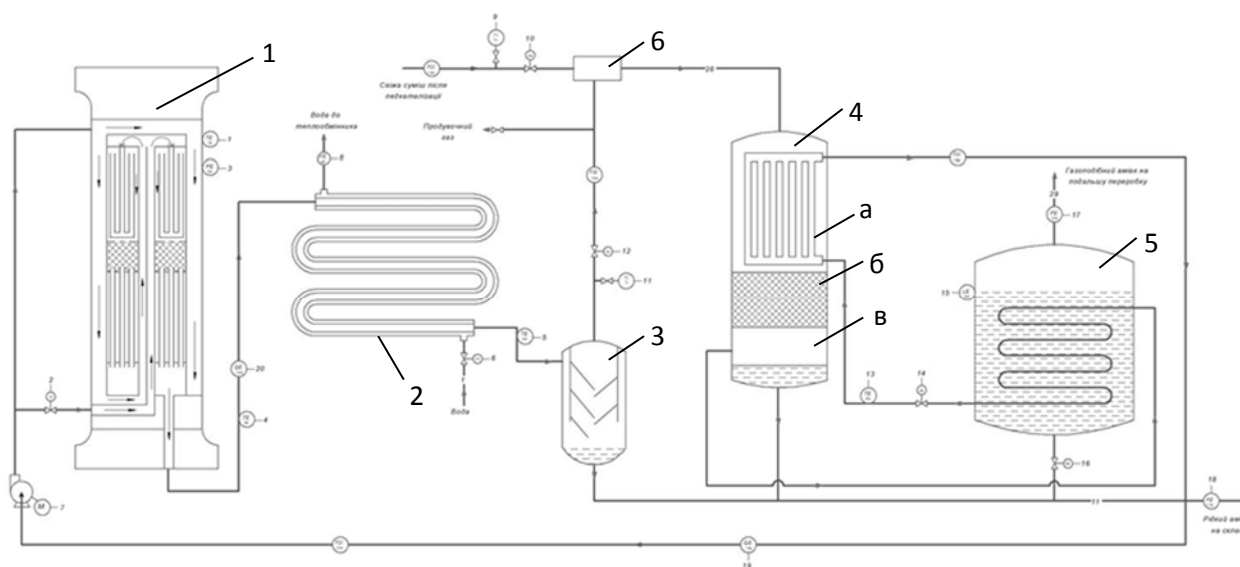
Азотоводнева суміш містить домішки (аргон та інших.) які не приймають участь в реакції. Їхній вміст у свіжій суміші залежить від методу її отримання. Якщо домішки не виводяться з циклу, то при циркуляції газової суміші через систему синтезу аміаку інертні домішки накопичуються, режим порушується і продуктивність колони падає. Наприклад, за лабораторними даними при об'ємній швидкості 30 000 м³/год, тиску 300 ат, температурі 500°С і при чистій азотоводневої суміші вміст аміаку в газі після каталізатора дорівнював 18,6%. Але при тих же умовах при вмісті в суміші 10% метану вміст аміаку знизиться до 14,8%, а також домішка аргону.

Інертні домішки частково розчиняються в аміаку, але цього в більшості випадків недостатньо і необхідно також випускати частину циркулюючої суміші з циклу. При встановленому процесі кількість інертних домішок, що виводиться з циклу, дорівнює кількості інертних газів, що надходить у цикл зі свіжим газом. Для видалення інертних газів іноді використовують промивання газу розчинниками.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 33 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

2.3 Опис технологічного процесу

Схема установки синтезу середнього тиску (300 ат) представлена на рисунку 1. Аміак виділяється в двох конденсаторах: водяному 2 і аміачному (випарнику) 5. Попередньо стиснуту і очищену в колоні каталізації свіжу азатоводневу суміш змішують з циркуляційним газом безпосередньо не перед колоною синтезу 1, а між конденсаторами. Це дозволяє додатково очищати свіжу суміш від слідів CO_2 і CO за рахунок подальшого охолодження газу в випарнику до -10°C і контактом його з рідким аміаком, що виділяється. Попередньо газ охолоджується у між трубному просторі теплообмінника, в конденсаційній колоні 4 (колона - поєднання теплообмінника з газовідділювач охолодженим газом, що проходить спочатку через насадку 6, що затримує бризки. Охолодження в випарнику 5 відбувається за рахунок випаровування рідкого аміаку, а необхідна для цього теплота віднімається від газу .



1- колона синтезу, 2- водяний конденсатор (труба в трубі), 3- відділювач газу, 4- конденсаційна колона (а- теплообмінник, б- насадка з керамічними кільцями, в- відділювач газу), 5- випарювач рідкого аміаку, 6- інжектор для змішування свіжої і циркулюючої суміші.

Рисунок 1- Схема установки синтезу аміаку середнього тиску.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

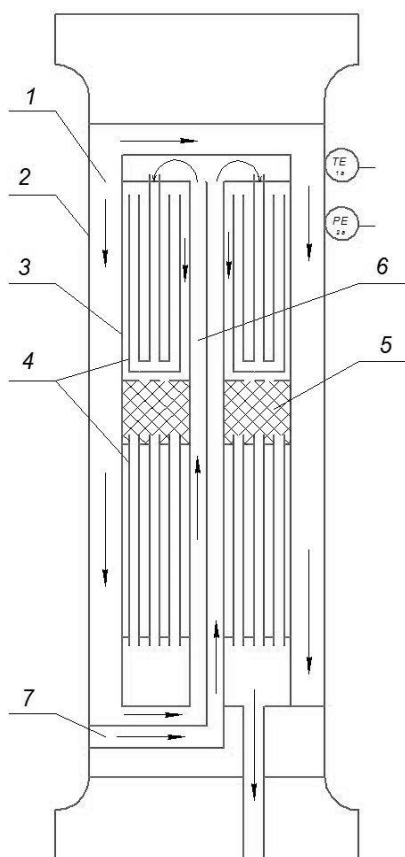
ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ

Лист

34

Характерною особливістю систем середнього тиску є отримання, крім рідкого, також і газоподібного аміаку (з випарника), який переробляється зазвичай на тому ж заводі в азотну кислоту, сечовину, аміачну селітру і ін.

Газова суміш, що виходить з колони 4, містить вже 3-4% аміаку і подається в верхню частину колони синтезу (рис. 2) і звідси через кільцевий простір I між корпусом колони 2 і стінками каталізаторної коробки 3 надходить в міжтрубний простір першого теплообмінника 4, розташованого в нижній частині колони (такий рух холодного газу охороняє стінки колони від перегрівання, небезпечного тим, що при температурі понад 200 °С водень проникає в сталь і руйнує її).



1 - кільцевий простір між корпусом колони 2 і стінками 3 каталізаторної коробки; 4 - теплообмінник; 5 - решітка; 6- центральна труба; 7 - труба для додаткової подачі азотоводородної суміші (байпас).

Рисунок 2- Колонна синтезу аміаку середнього тиску:

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ

Лист

35

У цьому теплообміннику суміш нагрівається до 300-320 °С за рахунок теплоти реакції газів, які з температурою 500- 550 °С надходять в трубки теплообмінника з каталізаторної коробки 3 через колосникові решітки 5. З теплообмінника 4 азотоводнева суміш по центральній трубці 6 надходить в теплообмінні трубки другого теплообмінника 4, розташованого в масі каталізатора, а потім в каталізаторну коробку 3. У другому теплообміннику температура суміші підвищується до 400-450 °С, а в каталізаторній коробці за рахунок теплоти реакції - до 500-550 °С. Для регулювання температури в каталізаторній коробці частина азотоводородної суміші може надходити сюди холодної через нижню частину колони по трубці (байпасу) 7, обходячи міжтрубний простір теплообмінника 4.

З колони синтезу азотоводородна суміш з концентрацією 15-20% аміаку направляється в водяний конденсатор типу «труба в трубі» 2 (рис. 1). У ньому з газу конденсується аміак, який збирається в відділювачі газу 3 і звідси надходить на склад готової продукції. Непрореагована азотоводнева суміш з відділювачу газу 3 надходить в інжекційний компресор (інжектор) 6 додається свіжа суміш, що має більший тиск і після змішування направляється в колону 4 і випарник 5, в якому з газу конденсується значна частина аміаку, що залишився. Звідси суміш надходить в колону синтезу і тим самим замикає цикл процесу.

Колони синтезу виготовляють з кованої хромонікельмолібденової сталі високої міцності; їх висота досягає 13-25 м при внутрішньому діаметрі від 0,85 до 2,5 м і товщині стінок відповідно від 10 до 30 см. Добова продуктивність колон становить від 200 до 1500 т при виході аміаку до 91%, вважаючи на азотоводородну суміш.

За останні роки вступили в експлуатацію полочні колони синтезу діаметром до 1 м. Каталізаторна коробка в цих колонах має 5-6 полиць, які завантажуються каталізатором в зростаючій кількості від першої до останньої полиці. Азотоводородна суміш, поступаюча на першу полицю з температурою 450 °С, нагрівається тут за рахунок теплоти реакції до 500 °С.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 36 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Перед входом суміші на другу полицю в неї вводять певну кількість холодної суміші, яка знижує температуру до 450 °С. Після другої полки знову вводять певну кількість холодної суміші, яка знижує температуру до 450 °С і т. д.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 37 |

2.4 Характеристики застосованого обладнання.

Технологічне обладнання, що застосовується, повинно мати технічний опис правил експлуатації, паспорт підприємства - виробника та піддаватися періодичному огляду з графіком ППР, затвердженим головним інженером.

На нестандартне обладнання повинен бути комплект креслень [19].

Таблиця 2 - Характеристики технологічного обладнання

| Назва | Призначення і коротка характеристика |
|---|---|
| 1. Колона синтезу | Призначена для синтезу аміаку. Складається з : кільцевого простору між корпусом колони і стінками, каталізаторної коробки, теплообмінника, решітки, центральної труби, другого теплообмінника, труби для додаткової подачі азотоводородної суміші (байпас). |
| 2. Водяний конденсатор | Призначена для охолодження аміаку після колони синтезу. Конденсатор представляє собою трубу в трубі, в міжтрубний простір подається проточна вода, таким чином охолоджує аміак, який проходить через нього. |
| 3. Відділювач газу | Призначений для відділення рідкого аміаку від циркуляційної суміші. Складається з ємності з встановленими перешкодами для відділення газу. |
| 4. Конденсаційна колона | Призначений для охолодження газової суміші. Складається з: теплообмінника, керамічної насадки з кільцями та газовідділювача. |
| 5. Випарювач рідкого аміаку | Призначений для охолодження хлорогену за рахунок кипіння та випарювання рідкого аміаку. |
| 6. Інжектор для змішування свіжої і циркулюючої суміші. | Призначений для змішування свіжої суміші з циркуляційною сумішшю. |

2.5 Автоматизація та механізація виробництва.

Автоматизація технологічних процесів є одним ключових факторів підвищення продуктивності та покращень умов праці.

У хімічній промисловості до комплексної механізації та автоматизації приділяється велика увага. Це пояснюється складністю та високою швидкістю протікання технологічних процесів, а також чутливістю їх до порушення режиму, шкідливістю умов праці.

При механізації виробництва зменшується фізична праця, скорочується чисельність робітників, зайнятих у виробництві. Зі збільшенням навантажень апаратів, потужностей машин, складності та масштабів виробництва, з підвищенням тисків, температур та швидкостей хімічних реакцій ручна праця навіть у механізованому виробництві часом просто неможлива.

Автоматизація призводить до покращення показників ефективності виробництва: збільшення кількості, покращення якості, зниження собівартості продукції, і підвищення продуктивності праці.

Запровадження автоматизації забезпечує високу якість продукції, скорочення браку та відходів, зменшення витрат сировини та енергії, зменшення чисельності основних робітників [20].

У роботі використані однотипні технічні засоби автоматизації. Компонування приладів на щиті стає ергономічним і естетично приємним, забезпечує взаємозамінність, зручність та простоту налаштування приладів.

Схема автоматизації відповідає вимогам, в тому числі за показниками надійності функціонування. Були застосовані прості та економічно доцільні рішення, які забезпечують безпеку праці о персоналу та виключають можливість виходу з ладу.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 39 |

Таблиця 3 - Дані з автоматичного контролю та регулювання технологічного процесу.

| Автоматизований параметр | Місце контролю | Прилад автоматизації | Позначення приладу |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|
| Температура | Випарювач рідкого аміаку | Термоперетворювач опору | ОВЕН ДТС 015М-50М.0,5.60.МГ.И[2] |
| Рівень | Випарювач рідкого аміаку | Поплавкові датчики | ОВЕН ПДУ-И.2250.10 |
| Концентрація | Конденсаційна колона | Датчик газоаналітичний | ОЛСТ-100 |
| Температура | Колона синтезу | Термопара | ОВЕН ДТПК 015М-0110.60.1,0.И[10] |
| Температура після колони | Колона синтезу | Термоперетворювач опору | ОВЕН ДТС 015М-Рt100.0,25.60.МГ.И[5] |
| Тиск | Колона синтезу | Перетворювач тиску | ОВЕН ПД100-ДИ40,0-175-0,25 |
| | | | |
| Температура | Водяний конденсатор | Термоперетворювач опору | ОВЕН ДТС 015М-50М.0,5.60.МГ.И[2] |
| Витрата | Водяний конденсатор | Витратомір | Н250 М40 |
| Тиск | Інжектор | Перетворювач тиску | ОВЕН ПД100-ДИ40,0-175-0,25 |
| Тиск | Інжектор | Перетворювач тиску | ОВЕН ПД100-ДИ40,0-175-0,25 |
| Витрата | Відділювач газу | Витратомір | ЭМИС-МАГ 270 |
| Витрата | Випарювач рідкого аміаку | Витратомір | Н250С М40 |

2.6 Аналітичний контроль технологічного процесу

Для підвищення якості продукту потрібно мати данні контролю всіх ключових параметрів. В разі їх відхилення за допустимі межі потрібно доповнювати та модернізувати систему. [21]

Таблиця 4 - Дані аналітичного контролю технологічного процесу

| Точка відбору проб | Показники, що контролюються | Частота контролю | Методи аналізу |
|--------------------------|-----------------------------|------------------|--|
| Випарювач рідкого аміаку | Температура | Кожні 3 секунди | Перетворення аналогового сигналу мікроконтроллером в цифрові значення параметру що контролюється |
| Випарювач рідкого аміаку | Рівень | Кожні 2 хвилини | |
| Конденсаційна колона | Концентрація | Кожні 10 хвилин | |
| Колона синтезу | Температура | Кожні 3 секунди | |
| Колона синтезу | Температура після колони | Кожні 3 секунди | |
| Колона синтезу | Тиск | Кожні 3 секунди | |
| Колона синтезу | Концентрація | Кожні 10 хвилин | |
| Водяний конденсатор | Температура | Кожні 3 секунди | |
| Водяний конденсатор | Витрата | Кожні 15 хвилин | |
| Інжектор | Тиск | Кожні 3 секунди | |
| Інжектор | Тиск | Кожні 3 секунди | |
| Відділювач газу | Витрата | Кожні 5 хвилин | |
| Випарювач рідкого аміаку | Витрата | Кожні 5 хвилин | |

2.7 Розрахунок матеріального балансу та основного апарату

Таблиця 5 - Вхідні данні

| Параметр | Значення |
|--|---|
| Продуктивність | 250 т в сутки |
| Об'ємна швидкість суміші в колоні | 25 000 нм ³ /м ³ ×час |
| Тиск у синтез колоні | 300 атм |
| Температура синтезу | 500 С ⁰ |
| Об'єм каталізатора в колоні | 4,8 м ³ |
| Зміст аміаку в газі на виході з колоні синтезу | 16 % |
| Вмісту газів метану та аргону у свіжому газі | 0,2% |
| Зміст газів метану і аргону в циркуляційному газі при виході з клони синтезу | 2,5% |
| Температура первинної конденсації | 28 С ⁰ |
| Температура вторинної конденсації | 0 С ⁰ |

2.7.1 Потужність апарату за годину

$$250000/24=10416 \text{ кг/год}$$

Далі проводимо розрахунок продуктивності за 1 годину

2.7.2 Корисна потужність 1м³ каталізатора за годину

$$10416/4,8=21,7 \text{ кг/час на } 1\text{м}^3 \text{ каталізатору}$$

2.7.3 При об'ємній швидкості на вході 25000 м³/год на 1 м³ каталізатора об'ємна швидкість на виході складе приблизно 22000 м³/год на 1 м³ каталізатору. При 500 °С і 300 ат вміст аміаку в газі в лабораторних умовах 22%

2.7.4 Вміст аміаку в газі, що надходить в колону синтезу, визначається умовами вторинної конденсації і тиску 280 ат концентрація аміаку визначається за формулою Ларсона і Блека:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

$$\lg^4 \text{NH}_3 = 4,1856 + 5,987879 / (P)^{1/2} - 1099,544 / T =$$

$$= 4,1856 + 5,987879 / (280^2 - 1099,544 / 273,15) = 0,5$$

$$\text{NH}_3 = 3,16\%$$

2.7.5 Ефективний тиск у колоні розраховуємо за рівнянням

$$P_{\text{эф}} = 300 \times (1 - 0,025) \times (1 - 0,0316) = 283 \text{ ат}$$

2.7.6 При 300 ат. та 500°C рівноважна концентрація аміаку 26,44%, а при 283 ат вона дорівнює 25%.

2.7.7 Поправочний коефіцієнт зниження ефективного тиску.

$$25 / 26,44 = 0,946$$

2.7.8 Концентрація аміаку на виході колоні з урахуванням поправного коефіцієнта

$$\text{NH}_3 = 0,946 \times 22 = 20,8\%$$

2.7.9 Продуктивність 1 м³ каталізатора. На кожен кубічний метр каталізатора надходить W м³/год газової суміші.

Формула для визначення кількості аміаку, що утворився в колоні, має вигляд [22]

$(6 \text{ CNH}_3 - 4 \text{ CNH}_3) \times 0,7710 / 100 + 1,03 \times 6 \text{ CNH}_3$ кг NH₃ на 1 м³ газової суміші, що надходить.

Звідси при надходженні W м³/ч газової суміші продуктивність каталізатора (в розрахунку на 1 м³) складе

$$(20,8 - 3,16) \times 25000 \times 0,7710 / 100 + 1,03 \times 20,8 = 2808 \text{ кг / год}$$

2.7.10 Для отримання 10416 кг аміаку в колону має надходити газової суміші

$$v = 10416 (100 + 1,03 \times 20,8) / (20,8 - 3,16) \times 0,7710 = 92736,3 \text{ м}^3$$

2.7.11 Склад газової суміші, що надходить. За умовою, в газовій суміші, що надходить, міститься 2,5% аргону і метану.

Допустимо, що

$$\text{Ar} = 1,05 \quad \text{и} \quad \text{CH}_4 = 1,45$$

Концентрація аміаку 3,16%. Тоді сума водню та азоту буде

$$100 - (1,05 + 1,45 + 3,16) = 94,3\%$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 43 |

Допускаємо, що на вході в колону співвідношення водню та азоту відповідає стехіометричному, а з урахуванням кількох великих втрат водню порівняно з азотом -3,007:1. Концентрація азоту

$$N_2 = 94.3/3.007+1=23.7$$

Водню

$$H_2 = 94,3-23,7=70,6$$

В газі, що надходить:

$$\text{Аміаку } NH_3 = v \times NH_3 = 92736,3 \times 0,0316 = 2930,5 \text{ м}^3, \text{ или } 2256,5 \text{ кг}$$

$$\text{Водню } H_2 = 92736,3 \times 0,706 = 65472 \text{ м}^3, \text{ или } 5827 \text{ кг}$$

$$\text{Азоту } N_2 = 92736,3 \times 0,237 = 21978,4 \text{ м}^3, \text{ или } 27473 \text{ кг}$$

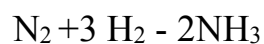
$$\text{Аргону } Ar = 92736,3 \times 0,0105 = 973 \text{ м}^3 \text{ или } 1733 \text{ кг}$$

$$\text{Метану } CH_4 = 92736,3 \times 0,0145 = 1344,6 \text{ м}^3, \text{ или } 964 \text{ кг}$$

Загальна маса - 38254 кг

2.7.12 Склад газової суміші після колони синтезу. За умовою, в колоні синтезу утворюється 10416 кг, або 13527 м³, тоді за реакцією

$$x \quad y \quad 10416$$



$$28 \quad 32 \quad 2 \times 17$$

$$X = 28 \times 10416 / 2 \times 17 = 8577.9 \text{ (кг)} - \text{кількість азоту або } 6862 \text{ м}^3 \text{ азоту}$$

$$Y = 10416 \times 3 \times 2 / 2 \times 17 = 1839,1 \text{ (кг)} - \text{кількість водню або } 20653 \text{ м}^3 \text{ водню}$$

В газовій суміші після колони

$$\text{Аміаку } 2256,5 + 10416 = 12672,5 \text{ кг або } 2930,5 + 13527 = 16457,5 \text{ м}^3$$

$$\text{Водню } 5827 - 1838,1 = 3988,9 \text{ кг або } 65472 - 20653 = 44919 \text{ м}^3$$

$$\text{Азоту } 27473 - 8577,9 = 18895,1 \text{ кг або } 21978,4 - 6862 = 15116,4 \text{ м}^3$$

$$\text{Аргону } 1733 \text{ кг або } 973 \text{ м}^3$$

$$\text{Метану } 964 \text{ кг або } 1344,6 \text{ м}^3$$

Загальний обсяг - 78710,5 м³

2.7.13 Кількість аміаку, що конденсується у водяному холодильнику, і кількість розчинених у ньому газів. У газовій суміші, при температурі 28 і тиску з урахуванням втрат 290 атм, повинні утримуватися 7,66 NH₃

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 44 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Об'єм газів, крім NH₃, $78710,5-16457,5=62253 \text{ м}^3$

Об'єм газоподібного NH₃ $62253 \times 7,66/100-7,66=476858/92,34=5164,15 \text{ м}^3$

Конденсується $16457,5-5164,15=11293,35 \text{ м}^3$, или 8696 кг NH₃

Загальний обсяг несконденсованих газів : $62253+5164,15=67417,15 \text{ м}^3$

Парціальний тиск газів(в ат)

$$\text{H} \quad 290 \times 44819/67417,15=192,8$$

$$\text{N}_2 \quad 290 \times 15116,4/67417,15=65$$

$$\text{Ar} \quad 290 \times 973/67417,15=4,19$$

$$\text{CH}_4 \quad 290 \times 1344,6/67417,15=5,79$$

При 28⁰ С і знайдених парціальних тисків 1000 кг рідкого NH₃ розчиняється 19,57 м³ водню, 6,35 м³ азоту ,0,65 м³ аргону 1,72 м³ метану.

Тоді в 8696 кг NH₃, розчиняється ;

$$\text{Водню} \quad 8696 \times 19,57/1000=170 \text{ м}^3$$

$$\text{Аргону} \quad 8696 \times 0,65/1000=5,65 \text{ м}^3$$

$$\text{Азоту} \quad 8696 \times 6,35/1000=55,2 \text{ м}^3$$

$$\text{Метану} \quad 8696 \times 1,72/100=15 \text{ м}^3$$

Залишок в газоподібному стані;

$$\text{H}_2 \quad 44819-170=44649 \text{ м}^3$$

$$\text{N}_2 \quad 15116,4-55,2=15061,2 \text{ м}^3$$

$$\text{Ar} \quad 973-5,65=967,36 \text{ м}^3$$

$$\text{CH}_4 \quad 1344,6-15=1329,6 \text{ м}^3$$

Загальний обсяг газів - $62007,15 \text{ м}^3$

Обсяг NH₃ ,присутніх в газоподібному стані

$$62007,15 \times 7,66/100-7,66=5144 \text{ м}^3 \text{ або } 3961 \text{ кг}$$

Конденсується

$$16457,5-5144=11313,5 \text{ м}^3 \text{ або } 7603,5 \text{ NH}_3$$

Загальний обсяг газів: $62007,15 + 5144=67151,15 \text{ м}^3$

Парціальний тиск газів (в ат):

$$\text{H}_2 \quad 290 \times 44649/67151,15=192,9$$

$$\text{N}_2 \quad 290 \times 15061,2/67151,15=65$$

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 45 |

$$\text{Ar } 290 \times 967,35 / 67151,15 = 4,17$$

$$\text{CH}_4 290 \times 1329,6 / 67151,15 = 5,74$$

Отже, після водяного холодильника паро-рідинна суміш має наступний склад

Таблиця 6- Склад

| Компонент | рідина | | газ | | |
|-----------|---------|----------|---------|----------|--------------|
| | кг | м | кг | м | % від обсягу |
| Аміак | 7635 | 11313,5 | 3961 | 5144 | 7,66 |
| Водень | 15,13 | 170 | 3974 | 44649 | 66,5 |
| Азот | 69 | 55,2 | 18826,5 | 150261,2 | 22,4 |
| Аргон | 9 | 5,05 | 1722 | 967,35 | 1,4 |
| Метан | 11 | 15 | 953 | 1329,6 | 2,04 |
| Всього | 8815,13 | 11558,75 | 29439,5 | 67151,6 | 100 |

2.7.14 Кількість газів, розчинених у рідкому аміаку, вторинної конденсації. Приймаємо, що з $10416 - 7635 = 1705$ кг NH_3 , які повинні бути виділені, 92,5% виводяться із системи у випарник рідкому вигляді. $1705 \times 0,925 = 1577$ кг NH_3 . Орієнтовно можна прийняти, що в такій кількості NH_3 розчиняється $17 \text{ м}^3 \text{ H}_2$, $6 \text{ м}^3 \text{ N}_2$, $1 \text{ м}^3 \text{ Ar}$, $3 \text{ м}^3 \text{ CH}_4$

2.7.15 Кількість газів для продувки. Для отримання 10416 кг NH_3 потрібно $20653 \text{ м}^3 \text{ H}_2$ і $6862 \text{ м}^3 \text{ N}_2$. Всього надо 27515 м^3 суміші H_2 і N_2 або $27515 \times 100 / 74,29 + 24,75 = 27781 \text{ м}^3$ свіжої водородної суміші.

Позначимо резервний обсяг через x . Тоді загальний обсяг своєї суміші $27781 + x$, де

$$\text{H}_2 \quad 20650 + x \times 0,7429 \text{ м}^3$$

$$\text{N}_2 \quad 6965 + x \times 0,2475 \text{ м}^3$$

$$\text{Ar} \quad 104 + x \times 0,0038 \text{ м}^3$$

$$\text{CH}_4 \quad 162 + x \times 0,0058 \text{ м}^3$$

$$\text{Всього} \quad 27781 + x$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 46 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

З цієї кількості витрачається на синтез аміаку та видаляється з розчиненими газами.

$$20653+170+17=20840 \text{ м}^3 \text{ водню}$$

$$6862+55,2+6=6932,2 \text{ м}^3 \text{ азоту}$$

$$5,65+1=6,65 \text{ м}^3 \text{ аргону}$$

$$15+3=18 \text{ м}^3 \text{ метану}$$

Під час продування має бути видалено:

$$20650+x \times 0.7429 \text{ м}^3 - 20840 = x \times 0.7429 - 190 \text{ м}^3 \text{ водню}$$

$$6965+x \times 0.2475 \text{ м}^3 - 6923,2 = x \times 0.2475 - 58,2 \text{ м}^3 \text{ азоту}$$

$$104+x \times 0.0038 \text{ м}^3 - 6,65 = x \times 0.0038 + 97,35 \text{ м}^3 \text{ аргону}$$

$$162+x \times 0.0098 \text{ м}^3 - 18 = x \times 0.0098 + 144 \text{ м}^3 \text{ метану}$$

Позначимо загальний обсяг продувних газів через y . Тоді кількість газів, що вилучаються:

$$\text{Аміаку } y \times 0,0766 \text{ м}^3$$

$$\text{H}_2 \quad y \times 0,665 \text{ м}^3$$

$$\text{N}_2 \quad y \times 0,224 \text{ м}^3$$

$$\text{Ar} \quad y \times 0,014 \text{ м}^3$$

$$\text{CH}_4 \quad y \times 0,0204 \text{ м}^3$$

Прирівнюємо кількість продувних газів, виражених через x і y .

Отримаємо

$$\text{для } \text{H}_2 \quad x \times 0.7429 - 190 = y \times 0,665 \text{ м}^3$$

$$\text{для } \text{N}_2 \quad x \times 0.2475 - 58,2 \text{ м}^3 = y \times 0,224 \text{ м}^3$$

$$\text{для } \text{Ar} \quad x \times 0.0038 + 97,35 = y \times 0,014 \text{ м}^3$$

$$\text{для } \text{CH}_4 \quad x \times 0.0098 + 144 \text{ м}^3 = y \times 0,0204 \text{ м}^3$$

$$x \times 0.7429 - 190 = y \times 0,665$$

$$x \times 0.2475 - 58,2 \text{ м}^3 = y \times 0,224$$

$$x \times 0.0038 + 97,35 = y \times 0,014$$

$$x \times 0.0098 + 144 \text{ м}^3 = y \times 0,0204$$

$$y = 9275 \text{ м}^3$$

$$y_1 = 9563 \text{ м}^3$$

$$x = 8558 \text{ м}^3$$

$$x_1 = 8890 \text{ м}^3$$

Знайдемо середнє значення $x = 8724 \text{ м}^3$ $Y = 9419 \text{ м}^3$

В об'ємі 9419 м^3 міститься

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 47 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$\text{NH}_3-0,0766 \times 9419 = 721 \text{ м}^3 \text{ или } 555,5 \text{ кг}$$

$$\text{H}_2-0,665 \times 9419 = 6263 \text{ м}^3 \text{ или } 557,4 \text{ кг}$$

$$\text{N}_2---0,224 \times 9419 = 21709 \text{ м}^3 \text{ или } 2637 \text{ кг}$$

$$\text{Ar}-0,014 \times 9419 = 131 \text{ м}^3 \text{ или } 234 \text{ кг}$$

$$\text{CH}_4-0,0204 \times 9419 = 192 \text{ м}^3 \text{ или } 137,7 \text{ кг}$$

2.7.16 Кількість циркулюючого газу:

$$\text{NH}_3-5144-721=4423 \text{ м}^3 \text{ або } 3961-555,5=3405,5 \text{ кг}$$

$$\text{H}_2-44649-6263=38386 \text{ м}^3 \text{ або } 3974-557,4=3416,6 \text{ кг}$$

$$\text{N}_2---15061,2-2109=1295,2 \text{ м}^3 \text{ або } 18826,5-5637=16189,5 \text{ кг}$$

$$\text{Ar}-967,35-131=833,35 \text{ м}^3 \text{ або } 1722-234=1488 \text{ кг}$$

$$\text{CH}_4-1329,6-192=1137,6 \text{ м}^3 \text{ або } 953-137,7=815,3 \text{ кг}$$

2.7.17 Кількість свіжої азотно-водневої суміші, що подається на синтез.

Загальний обсяг

$$27781+8874=36505 \text{ м}^3$$

В ній є

$$\text{H}_2-0,7429 \times 36505 = 27120 \text{ м}^3 \text{ або } 2413 \text{ кг}$$

$$\text{N}_2---0,2475 \times 36505 = 9035 \text{ м}^3 \text{ або } 11293 \text{ кг}$$

$$\text{Ar}-0,038 \times 36505 = 138,71 \text{ м}^3 \text{ або } 246,9 \text{ кг}$$

$$\text{CH}_4-0,0058 \times 36505 = 211,72 \text{ м}^3 \text{ або } 151,8 \text{ кг}$$

$$8000 \text{ нм}^3 - 1 \text{ кг H}_2\text{O}$$

$$36505 \text{ м}^3 - x \text{ кг H}_2\text{O}$$

$$x = 36505 \times 1/8000 = 4,56 \text{ або } 6,08 \text{ м}^3 \text{ парів води}$$

2.7.18 Кількість водневої суміші після зміщення циркулюючого та свіжого газів;

$$\text{NH}_3-4423 \text{ м}^3 \text{ або } 3405 \text{ кг}$$

$$\text{H}_2-38386+27420=65506 \text{ м}^3 \text{ або } 3416,6+2413=5829,6 \text{ кг}$$

$$\text{N}_2-12952,2+9035=21987,2 \text{ м}^3 \text{ або } 16189,5+11293 \text{ кг}=27482,5$$

$$\text{Ar}-836,35+138,71=975,06 \text{ м}^3 \text{ або } 246,9+1488=1734,9 \text{ кг}$$

$$\text{CH}_4-1137,6+211,72=1349,32 \text{ м}^3 \text{ або } 151,8+815,3=967,1 \text{ кг}$$

Загальний об'

Об'єм газів - 94241 м³

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 48 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

2.7.19 Кількості аміаку, що конденсується в колоні.

Враховуючи те, що об'єм газів, за винятком аміаку, становить
 $94241-4423=89818 \text{ м}^3$, знаходимо об'єм газоподібного аміаку;

$$89818 \times 3,16/100-3,16=2930,86 \text{ м}^3$$

Конденсується в рідину

$$4423-2930,86=1492,14 \text{ м}^3 \quad \text{або} \quad 1148,94 \text{ кг, аміаку}$$

Об'єм газів, що залишилися

$$94241-1492,14=92748,86 \text{ м}^3$$

Парціальний тиск газів (в ат):

$$\text{Водень} \quad 280 \times 65506/92748=197,7$$

$$\text{Азот} \quad 280 \times 21987,2/92748=66,37$$

$$\text{Аргон} \quad 280 \times 975,06/92748=2,94$$

$$\text{Метан} \quad 280 \times 1349,32/92748=4,07$$

При цих умовах розчинність (в м^3 на 1000 кг рідкого аміаку) водню

11,99, азоту 4,96, аргону 1,27, метану 2,60 в 1148 кг рідкого аміаку

розчиниться $17 \text{ м}^3 \text{ H}_2$, $6 \text{ м}^3 \text{ N}_2$, $1 \text{ м}^3 \text{ Ar}$, $3 \text{ м}^3 \text{ CH}_4$. Це співпадає з прийнятим в п.14.

Об'єм газів за винятком аміаку і газів, що розчинилися в рідкому аміаку

$$89818-(17+6+1+3)=89845 \text{ м}^3$$

Об'єм газоподібного аміаку

$$89845 \times 3,16/100-3,16=2931,7 \text{ м}^3$$

Конденсується $4423-2931,7=1491,3 \text{ м}^3$ або 1148 кг аміаку.

Таким чином виділяється в рідкому вигляді 1148 кг аміаку ,в якому

розчинено 1,7 кг водню ,7,5 азоту,2 аргону,2 метану. Крім цього, в рідкому аміаку розчиняється вся водяна пара.

2.7.20 Кількість газової суміші, що надходить у колону синтезу :

$$\text{Аміаку} \quad 3405-1148=2257 \text{ кг/ч} \quad , \text{ або } 1737,89 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{Водню} \quad 5829,6-1,7=5827,9 \text{ кг/ч} \quad \text{або} \quad 65506 \text{ м}^3-17=65489 \text{ м}^3$$

$$\text{Азоту} \quad 27482,5-7,5=27475 \text{ кг/ч} \quad \text{або} \quad 21987,2 \text{ м}^3-6=21981 \text{ м}^3$$

$$\text{Аргону} \quad 1734,9-2=1732,9 \text{ кг/ч} \quad \text{або} \quad 975,06 \text{ м}^3-1=974,06 \text{ м}^3$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 49 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Метану 967,1 - 2=965,1 кг/ч або 1349,32 м³-3=1346,32 м³

2.7.21 Загальна кількість товарного аміаку. З водяного холодильника виводиться 7635 кг, з газів продування 555,5 кг та з випарника 2257 кг: разом 10416 кг/час.

2.7.22 Фактично колону синтезу надходить згідно з п 1 газової суміші 92736,3 м³/ч и

2.7.23 Іде з колони газової суміші 78710,5 м³ /ч

Таблиця 7 - Зведений матеріальний баланс агрегату синтезу аміаку

| Компонет | Надходить в колону синтезу | | Утворюється (+) або витрачається (-) в колоні синтезу | | Надходить в водяний холодильник | |
|----------|----------------------------|----------------|---|----------------|---------------------------------|----------------|
| | кг | м ³ | кг | м ³ | кг | м ³ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Аміак | 2256,5 | 2930,5 | +10416 | 13527 | 12672,5 | 16457,5 |
| Водород | 5827 | 65472 | -8577,9 | 6862 | 3988,9 | 44919 |
| Азот | 27473 | 21978,4 | -1838,1 | 20653 | 18895,1 | 15116,4 |
| Аргон | 1733 | 973 | | | 1733 | 973 |
| Метан | 964 | 1344,6 | | | 964 | 1344,6 |
| Всього | 38254 | 92698,5 | 0 | -13988 | 38254 | 78810,5 |

Продовження таблиці 7

| Компонет | Видаляється з холодильника | | | | Рідкий аміак в збірник | | Гази на продувку | |
|----------|----------------------------|----------------|---------|----------------|------------------------|----------------|------------------|----------------|
| | рідина | | газ | | кг | м ³ | кг | м ³ |
| | кг | м ³ | кг | м ³ | | | | |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 19 |
| Аміак | 7635 | 11313,5 | 3961 | 5144 | 7635 | 11313,5 | 3961 | 5144 |
| Водень | 15,13 | 170 | | | 15,13 | 170 | | |
| Азот | 69 | 55,2 | 3974 | 44649 | 69 | 55,2 | 3974 | 44649 |
| Аргон | 9 | 5,05 | | | 9 | 5,05 | | |
| Метан | 11 | 15 | 18826,5 | 150261,2 | 11 | 15 | 18826,5 | 150261,2 |
| | | | 1722 | 967,35 | | | 1722 | 967,35 |
| | | | 953 | 1329,6 | | | 953 | 1329,6 |
| Всього | 8815,13 | 11558,75 | 29439,5 | 67151,6 | 8815,13 | 11558,75 | 29439,5 | 67151,6 |

Продовження таблиці 7

| Компонет | Виходить при продувці | | Надходить на змішування | | Вводиться свіжої суміші | | Надходить в конденсаційну колону | |
|----------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| | кг | м ³ | кг | м ³ | кг | м ³ | кг | м ³ |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Аміак | 555,5 | 721 | 3405,5 | 4423 | - | - | 3405 | 4423 |
| Водень | 557,4 | 6263 | 3416,6 | 38386 | 2413 | 27120 | 5829,6 | 65506 |
| Азот | 2637 | 21709 | 16189,5 | 1295,2 | 11293 | 9035 | 27482 | 21987 |
| Аргон | 234 | 131 | 1488 | 833,35 | 246,9 | 138,71 | 1734,9 | 975,06 |
| Метан | 137,7 | 192 | 815,3 | 137,6 | 151,8 | 211,72 | 967,1 | 1349,3 |
| Всього | 4121,6 | 29016 | 25314,9 | 45075,1 | 13780,4 | 36495,43 | 39419 | 94241 |

Продовження таблиці 7

| Компонет | Розділяється в конденсаційній колоні | | | | Надходить в випарювач | | Надходить у колону синтезу | |
|----------|--------------------------------------|----------------|---------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| | рідина | | газ | | кг | м ³ | кг | м ³ |
| | кг | м ³ | кг | м ³ | | | | |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| Аміак | 1148 | 1491,3 | 2257 | 1737,89 | 1148 | 1491,3 | 2257 | 1737,89 |
| Водень | 1,7 | 17 | 5827,9 | 65489 | 1,7 | 17 | 5827,9 | 65489 |
| Азот | 7,5 | 6 | 27475 | 21981 | 7,5 | 6 | 27475 | 21981 |
| Аргон | 2 | 1 | 1732,9 | 974,06 | 2 | 1 | 1732,9 | 974,06 |
| Метан | 2 | 3 | 965,1 | 1346,32 | 2 | 3 | 965,1 | 1346,32 |
| Всього | 1161,2 | 1518,3 | 38257,9 | 91528,81 | 1161,2 | 1518,3 | 38257,9 | 91528,81 |

2.8 Відходи виробництва, шляхи їх використання та переробки

У виробництві аміаку утворюються такі види відходів:

- відпрацьовані каталізатори, які підлягають відновленню
- активоване вугілля, яке спрямовується на рекультивацію або поховання;
- цеоліт, кулі з глиноземи (кераміка), що підлягають утилізації або захоронення на полігонах;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 52 |

2.9 Розрахунок кількості обладнання

Вхідні данні:

1. Група ремонтної складності апарату - 19;
2. Капітальний ремонт 1 раз в 2 роки;
3. Поточний ремонт - через 6 місяців;
4. Огляд - через 3 місяці;
5. Для розрахунку приймаємо 4-х бригадний 3-х змінний графік роботи, тривалість зміни- 8 годин;
6. Генеральне прибирання 2 рази в місяць по 8 годин;
7. річне завдання 70000 т продукції.

Оскільки проектується безперервне виробництво, то номінальний фонд часу дорівнює калькуляційному.:

$$T_{ном} = T_{кап} = 365 \text{ днів}$$

К -5Т - 6О

Графік запобіжних планових ремонтів. Згідно з вихідними даними, міжремонтний цикл становить 12 місяців (1 РІК).

За 2 роки для апарату:

Капітальний ремонт - 1;

Поточних ремонтів - 3;

Оглядів - 4.

Определяем время для проведения капитальных ремонтов, $T_{кап}$, діб (середньорічно)

$$T_{кап} = 0,7 \times \Gamma \times n_{кап}, \text{ де}$$

0,7 - норма години на одиницю групи ремонтної складності для проведення капітального ремонту, діб;

Γ - група ремонтної складності;

$n_{кап}$ - середньорічна кількість капітальних ремонтів.

$$T_{кап} = 0,7 \times 19 \times 1 = 13,3 \text{ діб}$$

Визначаємо час для проведення поточного ремонту

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 53 |

$$T_{тек} = 0,25 \times \Gamma \times n_{тек}, \text{ где}$$

0,25 - норма години на одиницю групи ремонтної складності для проведення поточного ремонту, діб;

$n_{тек}$ - середньорічна кількість поточних ремонтів

$$T_{тек} = 0,25 \times 19 \times 3 = 14,25 \text{ діб}$$

Визначаємо час для проведення оглядів

$$T_{осм} = 0,01 \times \Gamma \times n_{осм}$$

де 0,01- норма години на одиницю групи ремонтної складності для проведення оглядів, діб;

$n_{осм}$ - середнегодовое количество осмотров.

$$T_{осм} = 0,01 \times 19 \times 4 = 0,76 \text{ діб.}$$

Визначаємо час для проведення планово-попереджувальних ремонтів $T_{ППР}$, діб

$$T_{ППР} = T_{кап} + T_{тек} + T_{осм}$$

$$T_{ППР} = (13,3 + 14,25 + 0,76) / 2 = 14,16 \text{ діб.}$$

Визначаємо час для проведення генеральних прибирань:

$$T_{г.у.} = \frac{8 * 12 * 2}{24} = 8 \text{ діб}$$

где 8 - тривалість одного прибирання, год;

12 - кількість прибирань;

24 - тривалість роботи обладнання в годинах за добу.

Визначаємо час на внутрішньозмінні простои.

У зміну витрачається 2 рази по 25 хв. або 0,83 години. На добу 1 год. на рік простои складає

$$T_{см.пр} = 0,83 \times 3 \times (T_{ном} - T_{ппр} - T_{г.у.})$$

$$T_{см.пр} = 0,83 \times 3 \times (354,25 - 14,16 - 8) = 826,9 \text{ годин або } 34,45 \text{ діб}$$

Визначаємо час простоїв на технологічні зупинки:

$$T_{м.о.} = T_{г.у.} + T_{см.пр}$$

$$T_{м.о.} = 8 + 34,45 = 42,45 \text{ діб}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 54 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Визначаємо суму всіх простоїв:

$$T_{\text{прос.}} = T_{\text{ППР}} + T_{\text{м.о.}}$$

$$T_{\text{прос.}} = 42,45 + 14,16 = 56,61 = 56,6 \text{ діб}$$

Визначаємо ефективний фонд часу:

$$T_{\text{эф.}} = T_{\text{ном}} - T_{\text{прос.}}$$

$$T_{\text{эф.}} = 354,25 - 56,61 = 297,64 \text{ діб}$$

Визначаємо коефіцієнт використання обладнання:

$$\eta = \frac{T_{\text{эф.}}}{T_{\text{ном}}}$$

$$\eta = \frac{297,64}{354,25} = 0,84$$

З матеріального балансу визначаємо коефіцієнт виходу готової продукції.

Для отримання 1000 кг готової продукції на фазі, що проектується, потрібно переробити 1043 кг. Коефіцієнт виходу становитиме

$$K_{\text{вых.}} = \frac{1000}{1043} = 0,96$$

Визначаємо годинну продуктивність апарату:

$$Q_{\text{час}} = \frac{250}{24} = 10,4 \frac{m}{\text{год}}$$

где: 0,3-скорость прохождения основы, м/с.

10-количество метров в бухте, м.

Определяем годовую производительность аппарата :

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{час}} * t * \eta * T_{\text{ном}} * K_{\text{вых}}$$

$$Q_{\text{год}} = 10,4 * 24 * 354,25 * 0,84 * 0,96 = 71302,53 \text{ т/рік}$$

Определяем количество аппаратов, необходимых для выполнения годового задания:

$$n = \frac{70000}{71302,53} = 0,98 = 1$$

Принимаємо 1 апарат.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 55 |

2.10 Розрахунок енергозатрат і води на технологічні вимоги

2.10.1 Розрахунок енерговитрат

Вихідні дані для розрахунку:

На фазі працює насос потужністю 25 кВт.

Із розрахунку обладнання ефективний фонд часу становить 297,64 діб або 7143 години

Річна витрата електроенергії дорівнює:

$$E_M = \frac{N_M}{K_M} * T_{эф.} * K_{загр.} * n$$

де N_M - потужність двигуна, кВт;

K_M - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії, який зазвичай дорівнює 0,85-0,95, приймаємо 0,9;

$T_{эф.}$ - ефективний фонд часу, год;

$K_{загр}$ - коефіцієнт завантаження електродвигателя ;

n - кількість апаратів.

Так як електродвигун встановлений на насосі, працює безперервно $K_{загр} = 1$.

Річна витрата електроенергії становитиме:

$$E_{год} = \frac{25}{0,9} * 7143 * 1 * 1 = 198416,7 \text{ кВт} \times \text{год}$$

Вартість енерговитрат на річне завдання:

$$C_E = 198416,7 * 2,31 = 458342,58 \text{ грн.}$$

Вартість енерговитрат на калькуляційну одиницю

$$C_{E.од} = 458342,58 / 70000 = 6,55 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 56 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.10.2 Розрахунок витрати води для охолодження аміаку в холодильнику

Вихідні дані:

- Норма витрати води для виробничих цілей становить $26,1 \text{ м}^3$ на тонну продукції;

- продуктивність підприємства становить 250 тонн на добу.

Потреба води на технологічні потреби $G_{\text{тех}}$, $\text{м}^3/\text{добу}$, визначають за такою формулою:

$$G_{\text{тех}} = g \cdot П,$$

де

g - норма витрати води питної якості для виробничих цілей приймають за нормативною документацією;

$П$ - продуктивність підприємства, т/добу.

$$G_{\text{тех}} = 26,1 \cdot 250 = 6525 \text{ (м}^3/\text{добу)}.$$

Річна вартість витрат води

$$G_p = 6525 \times 297,64 \times 0,9 = 1747890,9 \text{ грн}$$

Вартість на калькуляційну одиницю

$$G_{\text{од}} = 26995203,9 / 70000 = 24,97 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 57 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Пари водного аміаку, як відомо, діючи на організм людини, викликають сльозотечу, кашель, задуху. На свіжому повітрі ці явища швидко минають без подальших наслідків. Запах аміаку відчувається навіть за незначного змісту його в повітрі - близько 0,01 відсотка, що є абсолютно безпечним для здоров'я, тому при перевезенні, перекачуванні, що виробляються на відкритому повітрі та при справному стані апаратури, відчуття запаху аміаку саме собою не становить небезпеки для людини.

Щоб виключити можливі випадки вдихання парів аміаку при великому вміст їх у повітрі (в аварійних випадках) або потрапляння водного аміаку на слизові оболонки рота, носа і особливо очей, необхідно суворо виконувати запобіжні заходи безпеки, передбачені цими правилами.

Суміш аміаку з повітрям є вибухонебезпечною і може вибухнути від іскри, якщо аміаку у суміші міститься від 15 до 27 відсотків.

Слід мати на увазі, що ємності (сховища, цистерни та бачки машин), яких знаходився водний аміак, а також трубопроводи до них, після їх спорожнення, заповнені сумішшю парів аміаку з повітрям. Цією ж сумішшю заповнено простір над водним аміаком, що знаходиться в ємності, тому при обслуговуванні, ремонті та внутрішньому огляді цистерн, резервуарів та бачків машин з-під водного аміаку необхідно суворо дотримуватися таких же запобіжних заходів, як при обслуговуванні та ремонт тари з-під горючих і легкозаймистих матеріалів.

При роботі всередині резервуарів, транспортуванні, зливах, зберіганні, відпустці повинні бути вжиті заходи безпеки згідно «Правила техніки безпеки та виробничої санітарії»

Кожен, хто працює з водним аміаком, повинен добре знати його основні властивості, вимоги техніки безпеки та суворо дотримуватися передбачених цими Правилами умови поводження з водним аміаком при зберіганні, транспортуванні, відпуску споживачам [23].

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 58 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Для забезпечення безпечних умов праці людей, які працюють з водним аміаком, та дотримання необхідних санітарно-гігієнічних вимог, керівники зобов'язані:

- а) забезпечити справність цистерн, арматури, клапанів та шлангів складських ємностей, транспортних засобів та постійно стежити їх технічним станом;
- б) не допускати застосування кустарних пристосувань (бочок, труб тощо) для перміщення водного аміаку;
- в) забезпечити працюючих індивідуальними засобами захисту і спецодягом діючим нормам та організувати їй ремонт та прання;
- г) обладнати на базах та складах приміщення з шафами для зберігання одягу працюючих (власної та захисної), умивальниками з милом та рушником, забезпечити аптечкою та чистою водою.

Водний аміак (аміачна вода) транспортується до залізничних цистерн, які мають бути герметично закриті, мати нижній та верхній люки злива. З метою усунення загазованості навколишньої атмосфери аміаком при перекачуванні в залізничні цистерни вони повинні бути обладнані сливо-наливною трубою, штуцером для «газової обв'язки» та штуцером для відбору проби продукту та виміру рівня наливу продукту у цистерні, а також запобіжно-випускним клапаном.

Клапан повинен бути відрегульований на випуск газу з цистерни при тиску, що перевищує 0,5 ат, і впуск повітря в цистерну при розрідженні більше 200 мм водяного стовп.

При роботі з водним аміаком (аміачною водою) під час транспортування, зливу, при зберіганні необхідно суворо дотримуватися передбачених цими Правилами вимоги техніки безпеки та виробничої санітарії [24].

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 59 |

1. Особи, які працюють з водним аміаком, повинні постійно користуватися захисними окулярами, гумовими рукавичками та іншими засобами індивідуальної захисту.

2. Резервуари, цистерни та бачки для транспортування, зберігання та внесення водного аміаку повинні мати люки і пробки, що герметично закриваються. З'єднання шлангів з резервуарами, різьбові з'єднання та місця зварювання повинні бути міцними і не пропускати водяний аміак.

3. Переливання водного аміаку з однієї ємності в іншу повинно проводитись за допомогою «газової обв'язки» для того, щоб повітря з парами аміаку з наповнюваної ємності надходив над атмосферу, а спорожняемую ємність. Цей прийом повністю знешкоджує операцію переливу та попереджає великі втрати аміаку.

4. При перекачуванні водного аміаку, в процесі якого відбувається особливо сильне виділення парів аміаку, люди повинні, по можливості, перебувати з навітряного боку.

5. Автоцистерни-аміаковози повинні бути обладнані водяним бачком, в якому за правилами техніки безпеки завжди має бути чиста вода. При випадковому попаданні водного аміаку на обличчя, особливо в очі, необхідно його змити рясним струменем чистої води. Якщо негайне промивання чистою водою не допоможе потерпілому, слід швидко звернутися за медичною допомогою.

6. Місця зберігання водного аміаку та заправки ним автоцистерн повинні бути забезпечені водопостачанням, а також аптечками для надання першої допомоги; запасом аварійних фільтруючих протигазів "КД" для всіх працюючих.

Аварійні протигази зберігаються в запломбованій шафі або в ящику.

7. Цистерни, резервуари та інші ємності для зберігання водного аміаку та їх арматура (вентилі, дихальні клапани, водомірні труби), а також бачки машин для внесення у ґрунт водного аміаку повинні регулярно перевірятися на герметичність та надійність роботи.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 60 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

8. Ремонт та огляд порожніх цистерн, резервуарів та бачків з-під водного аміаку, а також трубопроводів слід доручати фахівцям, які знають правила поводження з водним аміаком та правила ремонту та огляду тари з-під легкозаймистих рідин. Особи, які виконують ці роботи, мають бути забезпечені захисними окулярами, протигазами та гумовими рукавичками.

9. Забороняється вести зварювання, користуватися відкритим вогнем (лампами, пальниками тощо) при ремонті сховищ, цистерн та бачків машин, трубопроводів, які не були промиті та продуті після зливу з них водного аміаку.

Перед виконанням робіт з внутрішнього огляду та ремонту цистерн та бачків машин з-під водного аміаку необхідно:

- а) відключити (зняти чи заглушити) всі трубопроводи, у яких може бути водний аміак чи пари аміаку;
- б) судини та резервуари спорожнити та ретельно змити водою аміак, бруд та інші домішки.

Після рясного промивання видалити залишки парів аміаку шляхом продування водяною парою або повітрям. При цьому пара чи повітря подається в нижню частину резервуару при відкритому верхньому люку. Після продування люк слід залишити відкритим до повного видалення парів аміаку.

10. Не дозволяється зберігати горючі матеріали та вести роботи з відкритим вогнем (ковальські, паяльні і т. д.) на відстані ближче 10 м від сховищ водного аміаку та місць заправки їм автоцистерн та бачків машин.

11. Забороняється закривати шланги та трубопроводи, в яких знаходиться водяний аміак, вентилями з обох кінців, так як це може призвести до вибуху резервуару внаслідок підвищення у ньому тиску парів аміаку.

12. Забороняється зупиняти автоцистерни та трактори з машинами, заповненими водним аміаком, біля місць з відкритим полум'ям (печей, кузень

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 61 |

тощо), а також курити поблизу сховищ, тракторних цистерн та бачків машин з водним аміаком.

13. У разі пожежі поблизу тракторних цистерн чи бачків машин із водним аміаком їх негайно вивозять у безпечне місце, а стаціонарні цистерни (сховища) слід рясно поливати водою.

14. Сховища та автоцистерни для водного аміаку повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, вода, пісок, лопати та ін.).

Вихлопна труба трактора в агрегаті з машиною при внесенні водного аміаку в ґрунт повинна мати іскрогасник, а автоцистерни заземлення.

15. Вся арматура (вентилі, крани, дихальні клапани, водомірні трубки) сховищах, цистернах та бачках машин має утримуватися у повній справності.

Робота з несправною арматурою не дозволяється.

16. Запірні пристрої (вентилі та крани) на сховищах, цистернах та бачках машин слід відкривати повільно та плавно, без ривків та ударів металевим інструментом. Щоб уникнути заклинювання клапанів вентилів, забороняється їх тримати в повному (до відмови) відкритому положенні.

17. Продування контрольних краників та вентилів сховищ, цистерн, бачків машини та їх трубопроводів, а також відбір проб водного аміаку слід проводити обережно, маючи необхідні засоби захисту (окуляри, протигаз, гумові рукавички). При цьому вихідні отвори вентилів або шлангів повинні бути спрямовані у бік від працюючого.

18. Знімати арматуру зі сховищ, транспортних цистерн та бачків машин, виймати болти з фланцевих з'єднань у ємностей можна лише за відсутності в них водного аміаку (після зливу, промивання та продування).

19. У місця зберігання водного аміаку та заправки ним транспортних цистерн та бачків машин не повинні допускати сторонні особи. Забороняється також перевезення людей на автоцистернах з водяним аміаком.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 62 |

4 БУДІВЕЛЬНО-КОМПОНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

4.1 Характеристика виробничої будівлі

Будівля виготовлення оболонки шнура за «Правилами улаштування підприємств» відповідно до класифікації виробництв за ступенем небезпеки відноситься до категорії «А», але за «Правилами улаштування електроустановок» - до класу В-І двоповерхова [25].

Робоче приміщення має габаритні розміри:

Довжина-25000 мм,

Ширину-8000 мм,

Висоту-12200 мм.

Компонування технологічного обладнання у будинках

Компонування технологічного обладнання в будинках розробляється з урахуванням:

- надійної роботи технологічного обладнання;
- зручності експлуатаційного обслуговування та споруд, будівель та територій;
- зручного доступу до обладнання для забезпечення його монтажу, демонтажу та транспортування;
- виконання санітарно-технічних вимог;
- запобігання неприпустимому впливу на людину та навколишнє середовище;
- транспортних та технологічних комунікацій;
- пожежної безпеки;
- виконання вимог щодо забезпечення евакуації персоналу в аварійних умовах;
- вимог з промислової етики та архітектури.

Виробнича будівля - простір, де постійно, позмінно чи періодично (протягом робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей. Зазвичай трудова діяльність у виробничому будинку відбувається на робочому місці. Їм може бути кілька ділянок виробничої будівлі. Якщо ці ділянки

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 63 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

розташовані по всьому приміщенні, таким місцем вважається вся площа будівлі. Санітарні норми враховують:

- період року;
- категорії роботи;
- теплове навантаження середовища.

Відповідно до цих норм, керівники підприємств, організацій та установ незалежно від форм власності та підпорядкованості у порядку забезпечення виробничого контролю, зобов'язані привести робоче місце відповідно до вимог до мікроклімату, передбачених санітарними правилами.

Фундамент будівлі стрічковий, виготовлений із залізобетонних плит. Стіни будівлі та перегородки виконані із силікатної цегли, товщина 350 мм, на цементному розчині. З середини стіни оштукатурені, кути заокруглені. По штукатурці стіни пофарбовані олійною фарбою три шари.

Дах та перекриття виконані із залізобетонних плит. Зверху є теплоізоляція з газобетону, покрівля виконана із трьох шарів руберойду на бітумній мастиці.

Підлоги зроблені з бетону, з додаванням мармурової крихти. Двері одностулкові, відкриваються назовні, кількість - 2 штук, кількість вікон - 12 штук. Вікна засклені склом.

При розміщенні апаратури, у плані необхідно враховувати наявність основних проходів, по приміщенню під час роботи відбувається одночасне рух людських і вантажних потоків. Вільне їхнє пересування має забезпечувати достатні проходи, які зазвичай йдуть вздовж будівлі та робляться від 2 до 3 м завширшки. Плавні проходи робляться такої ширини, щоб два зустрічні візки могли вільно розійтися. Відстань до найближчого апарату з робочої сторони близько 1,5 м. Відстань між апаратами з інших сторін має бути достатньою для вільного проходу робітника та для вільної роботи з інструментами.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 64 |

Основним апаратом на фазі виробництва є колона синтезу. Відповідно до розрахунку технологічного обладнання для виконання річного завдання необхідно 1 апарат.

Площа забудови-150 м².

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 65 |

4.2 Вентиляційна система та освітлення будівлі

4.2.1 Розрахунок природного висвітлення.

Початкові дані:

- Розмір робочої секції - 24,3 x 7,3м в 2 поверхи;
- Розмір віконних отворів обраний рівним 1820 x 2420 мм.

При природному освітленні площа віконних отворів має бути не менше 1/7 площі підлоги, тому кількість вікон визначаємо за формулою:

$$a = S/7 \times S_0, \text{ де}$$

a - кількість вікон;

S - площа підлоги у робочому приміщенні, м²;

S₀ - площа одного віконного отвору, м².

$$a = 354,78/7 \times 4, 4 = 11,51$$

Приймаємо 12 вікон.

4.2.2 Розрахунок штучного висвітлення.

Відповідно до «Правил улаштування підприємств» на проектованій фазі обрано світильники ВЗГ - 200 з лампою розжарення загального призначення НГ - 220 - 200.

За табличними даними знаходимо світловий потік лампи, він дорівнює 2800 люменів.

За табличними даними норма освітлення має бути не менше 50 люксів.

Визначаємо світловий потік F (люмен) за формулою:

$$F = K \times E \times S / \rho, \text{ де}$$

K - коефіцієнт запасу, приймається рівним 1,3 для ламп розжарювання, встановлених у приміщеннях з малим виділенням пилу, диму та кіптяви;

E - освітленість робочого місця відповідно до санітарної норми, люкс;

S - площа підлоги, м²;

ρ-коефіцієнт використання світлового потоку для даного робочого приміщення, відношення довжини приміщення до ширини, коефіцієнт відображення стелі (m), стін (ρст), розрахункової поверхні (ρрп).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 66 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Світильники розташовані на висоті 3 метри.

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку для даного робочого приміщення.

За табличними даними знаходимо індекс приміщення, у разі він дорівнює 3.0.

За табличними даними приймаємо коефіцієнти відбиття:

від стелі - 50%;

від стінок - 30%;

від розрахункової поверхні - 10%.

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку, він дорівнює - 39% чи 0,39.

Визначаємо світловий потік:

$$F = 1,3 \times 50 \times 354,78 / 0,39 = 59130 \text{ люм}$$

Визначаємо кількість світильників у робочій секції:

$$a = F/F_0, \text{ де}$$

F - світловий потік, люм;

F₀ - світловий потік однієї лампи, люм.

$$a = 59130 / 2800 = 21,12 \approx 21$$

Приймаємо 21 світильник.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 67 |

4.2.3 Вибір вентилятора.

Для промислових приміщень з малим виділенням токсичних речовин зазвичай кратність обміну приймається 3-4 рази протягом години.

Тоді обсяг повітря W , м^3 , який необхідно замінити в робочому приміщенні протягом години, буде дорівнює:

$$W = V \times K, \text{ де}$$

V - обсяг приміщення, м^3 ;

K - кратність обміну;

Висота - 11 м;

Ширина - 7,3 м;

Довжина - 24,3 м;

Кратність обміну - 4.

$$V = 11 \times 7,3 \times 24,3 = 1951,29 \text{ м}^3$$

Продуктивність вентилятора.

$$W = V \times K = 4 \times 1951,29 = 7805,16 \text{ м}^3.$$

Таким чином, продуктивність вентилятора має бути не менше 7805,16 $\text{м}^3/\text{год}$.

З довідника з вентиляції підбираємо вентилятор

ЦАГИ STD - 57 №6 продуктивністю 6000 м^3 , двигун А-61-8, потужністю 4,5 кВт, 730 об/хв.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 68 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація виробництва

Організація виробництва - це система планомірних дій, спрямованих створення економічно - ефективних об'єднань і поєднання елементів виробництва між собою у часі та просторі з метою досягнення поставленої задачі [26].

Виробничий процес є сукупністю взаємозалежних процесів праці та природних процесів, спрямованих на виготовлення певної продукції. Під процесом праці розуміється - зміна властивостей та складу предмета праці, що відбувається за участю людини.

Виробничі процеси бувають:

1. Основні
2. Допоміжні
3. Обслуговуючі

За характером перебігу у часі виробничі процеси поділяються на безперервні, періодичні та змішані.

Безперервні - це технологічні операції, які виконуються без перерви в процесі технологічного процесу.

Періодичні - виконання технологічних операцій, перериваються транспортними та допоміжними операціями, тобто. всі операції протікають послідовно.

У змішаних процесах проводиться поєднання безперервних та періодичних процесів.

Метою організації будь-якого виробничого процесу є також раціональне поєднання в часі та у просторі основних, допоміжних та обслуговуючих процесів, які дозволяють досягти найкращого використання всіх трудових та матеріальних ресурсів підприємства.

Виробництво аміаку здійснюється за безперервною схемою. Робота здійснюється за 3 зміни по 8 годин. Проект додається чотирьох бригадний

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 69 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ

графік роботи для забезпечення раціонального поєднання днів роботи та днів відпочинку, зазначеного в таблиці 8.

Таблиця 8- Графік змінності

| Бригади | Дни місяця | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | В | 1 | 1 | 1 | В | 2 | 2 | 2 | В | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 2 | В | 3 | 3 | 3 | В | 1 | 1 | 1 | В | 2 | 2 | 2 | В |
| 3 | 1 | В | 2 | 2 | 2 | В | 3 | 3 | 3 | В | 1 | 1 | 1 | В | 2 |
| 4 | В | 1 | 1 | 1 | В | 2 | 2 | 2 | В | 3 | 3 | 3 | В | 1 | 1 |

1 зміна - с 8 до 16 часов.

2 зміна с 16 до 24 часов.

3 зміна с 0 до 8 часов.

5.2 Розрахунок чисельності робочого персоналу

При плануванні чисельності робочих розрізняють явочну та облікову чисельність.

Явочна чисельність - це нормативна чисельність робочих до виконання змінного виробничого завдання.

Для розрахунку чисельності робочих необхідно скласти баланс робочого дня.

Баланс робочого часу - це середня кількість годин або днів роботи одного робітника на рік.

Баланс робочого часу визначається відповідно до прийнятого графіка змінності. У балансі розрізняють календарний (T_k), номінальний (T_n) та ефективний (T_{ef}) час.

Календарний час - це кількість днів на рік.

$$T_k = 365 \text{ (366) днів.}$$

Номінальний фонд часу - це максимально можливий фонд робочого часу, який може бути відпрацьований одним списковим робітником при даному графіку змінності.

$$T_n = T_k - B$$

де B - кількість вихідних днів на рік за графіком змінності;

$$T_n = 365 - 91 = 274 \text{ день}$$

Ефективний фонд часу розраховується за такою формулою:

$$T_{ef} = T_n - (B + Л + ГО)$$

де B - профспілкові та учнівські відпустки, днів;

$Л$ - втрати часу через хворобу, а також відпустки у зв'язку з вагітністю та пологами, днів;

$ГО$ - час виконання державних та громадських обов'язків, днів.

$$T_{ef} = 274 - (31 + 5 + 2 + 0) = 236 \text{ днів}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 71 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблиця 9 - Баланс робочого дня.

| № | Склад фонду робочого часу | Індекс | Тривалість | |
|---|---------------------------|-----------------|------------|----------|
| | | | дні | годинник |
| 1 | Календарний фонд | T_k | 365 | 2920 |
| 2 | Вихідні | В | 91 | 728 |
| 3 | Святкові дні | С | | |
| 4 | Номінальний фонд | T_n | 274 | 2192 |
| 5 | Заплановані невиходи | | | |
| | А) відпустки | | 31 | 248 |
| | Б) хвороби | Л | 5 | 50 |
| | В) держ зобов'язання | Б | 2 | 16 |
| 6 | Ефективний фонд | $T_{\text{еф}}$ | 236 | 1888 |

Чисельність робітників

Явкова чисельність основних робітників розраховується за такою формулою:

$$Ч_{\text{яв}} = \frac{A \cdot n}{N_{\text{обсл. ап./люд.}}} \quad \text{де}$$

$N_{\text{обсл. ап./люд.}}$ - кількість апаратів, які повинен обслуговувати 1 особа;

A - кількість апаратів;

n - кількість бригад робітників за графіком змінності;

Або:

$$Ч_{\text{яв}} = N_{\text{обсл. чел./ап.}} \times A \times n,$$

де $N_{\text{обсл. чел./ап.}}$ - кількість робітників, які обслуговують 1 апарат.

$$Ч_{\text{яв. 3р.}} = 2 \times 1 \times 4 = 8 \text{ чел.} \quad Ч_{\text{яв. 4р.}} = 1 \times 1 \times 4 = 4 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{яв. заг.}} = 4 + 8 = 12 \text{ чел.}$$

Облікову чисельність вважаємо за формулою:

$$Ч_{\text{сп.}} = Ч_{\text{яв.}} \times K_{\text{нев.}},$$

де $K_{\text{нев.}}$ - Коефіцієнт невиходів на роботу;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 72 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$K_{\text{нев.}} = T_{\text{ном}}/T_{\text{эф}}$$

$$K_{\text{нев.}} = 274/236 = 1,16$$

$$Ч_{\text{сп.3р.}} = 8 \times 1,16 = 9,28 \text{ приймаємо } 9 \text{ осіб}$$

$$Ч_{\text{сп.4р.}} = 4 \times 1,16 = 4,64 \text{ приймаємо } 5 \text{ осіб}$$

$$Ч_{\text{сп. заг.}} = 9 + 5 = 14 \text{ осіб}$$

Таблиця 10 - Кваліфікаційний склад основних робітників

| Розряди | Тарифна ставка | Чисельність | |
|---------|----------------|-------------|----------|
| | | Явочна | Облікова |
| 3р | 34,67 | 8 | 9 |
| 4р | 38,52 | 4 | 5 |
| Усього | | 12 | 14 |

5.3 Розрахунок продуктивності праці

Однією з найважливіших завдань економіки є підвищення продуктивності праці. Продуктивність праці характеризує ефективність витрат праці людини у сфері матеріального виробництва та вимірюється кількістю продукції, що виробляється в одиницю робочого часу чи витратами робочого часу на виготовлення одиниці продукції.

До основних показників, що характеризують рівень продуктивності праці,

відносяться вироблення та трудомісткість.

Виробіток - це кількість продукції, виробленої за одиницю робочого дня або кількість продукції, що припадає на одного середньооблікового працівника у певний період часу.

Трудомісткість - це витрати часу виготовлення одиниці продукції.

Вироблення одного робітника розраховуємо за формулою:

$$v = \frac{ВП}{Чсп.}$$

де ВП - річне завдання з випуску продукції.

Чсп. - Облікова чисельність робочих.

Вироблення розраховуємо в натуральному та грошовому виразах (за собівартістю).

$V = 70000/14=5000$ (тис.т/л) - у натуральному вираженні.

У грошовому вираженні продуктивність праці розраховується за формулою

$$ПТ = \frac{\sum C}{Чсп}$$

$ПТ = 9294048,74 / 14 = 663860,62$ грн

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 74 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

5.4 Визначення фонду заробітної плати

Відповідно до закону України «Про оплату праці» заробітна плата - це винагорода обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку за трудовим договором власник або уповноважений орган виплачує працівникові за виконану роботу.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійних якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства.

Витрата на оплату праці складається з:

- Фонду основної заробітної плати.
- Фонду додаткової заробітної плати.
- Інших додаткових та допоміжних виплат.

У хімічній промисловості значна частина робітників має повременну форму оплати праці, оскільки особливістю хімічного виробництва є використання безперервних технологічних процесів, де робітники виконують функції, пов'язані з накладкою та спостереженням апаратурою та заданими режимами її роботи.

На підприємстві застосовується погодинна форма заробітної плати та погодинна преміальна системи оплати праці.

Погодинна форма оплати праці передбачає оплату в залежності від відпрацьованого часу та рівня кваліфікаційної системи.

Погодинна оплата праці - оплата за відпрацьований час згідно з тарифною ставкою.

Почасово-преміальна - оплата праці за відпрацьований час та виплата премії за виконання обумовлених кількісних та якісних показників.

Основна заробітна плата залежить від результатів праці та визначається тарифними ставками, посадовими окладами, а також доплатами та надбавками у розмірі, встановленому чинним законодавством. Рівень додаткової оплати праці переважно залежить від кінцевих результатів діяльності підприємства.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 75 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Основну частину фонду основної заробітної плати становить тарифна заробітна плата (Φ_T), яка для сучасників розраховується:

$$\Phi_{осні.} = \Phi_T.$$

$$\Phi_T = T_{Сг.} \times T_{эфч.} \times Ч_{СП.}$$

Тарифні ставки:

3 розряд - 34,67 грн.,

4 розряд - 38,52 грн.,

де $T_{Сг.}$ - годинна тарифна ставка, грн.;

$T_{эфч.}$ - Ефективний фонд часу, годин;

$Ч_{СП.}$ - Облікова чисельність робочих.

Якщо проектованій фазі робітники мають кілька розрядів, тоді тарифна зарплата обчислюється по кожному розряду окремо, потім визначається загальна сума тарифної зарплати.

Розраховуємо тарифну зарплату для кожного розряду:

$$\Phi_{тар3} = 34,67 \times 1888 \times 9 = 589112,6 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{тар4} = 38,52 \times 1888 \times 5 = 363628,8 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{тар} = 589112,6 + 363628,8 = 952741,4 \text{ грн.}$$

Додатковий фонд оплати розраховуємо за такою формулою:

$$\Phi_{ДОД.} = D_{ніч.} + B_{в.} + B_{б.о.} + D_{вр.} + D_{св}$$

де $D_{ніч.}$ - Доплата за роботу нічний час; (Складає 40%)

$B_{в.}$ - Оплата відпусток;

$B_{го.}$ - Оплата залучених робітників до виконання державних обов'язків;

$D_{вр.}$ - доплата за роботу у важких та шкідливих умовах праці;

$D_{св}$ - доплата за роботу у святкові дні

Розраховуємо доплату за роботу у нічну зміну.

За графіком змінності розраховали, що переробка нічних годин при 3-змінному графіку становить 8 годин

$$D_{ніч} = \frac{1}{3} \times \Phi_{тар} \times 0,4 = \frac{1}{3}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 76 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3 розряду складе: $1/3 \times 589112,6 \times 0,4 = 78548,35$ грн

4 розряду складе: $1/3 \times 363628,8 \times 0,4 = 48483,84$ грн

Доплата робітникам за роботу у шкідливих умовах розраховується за формулою:

$$Двр = \frac{\% Двр}{100\%} \Phi_{тар}$$

де $\%Двр$ - надбавка у відсотках до тарифної ставки за роботу в шкідливих умовах праці.

$$Двр3 = \frac{12\%}{100} \times 589112,6 = 70693,51 \text{ грн}$$

$$Двр4 = \frac{12\%}{100} \times 363628,8 = 43635,46 \text{ грн}$$

Порівн. дн. - Середньоденна заробітна плата основних робітників.

$$Зср.дн. = \frac{\Phi_{тар} + Двеч + Дноч + Дпр + Двр}{Чсп \times Тэф}, \text{ де}$$

$Тэф$ - ефективний фонд часу роботи одного робітника на днях;

$$Зр.дн3 = (589112,6 + 0 + 70693,51 + 78548,35 + 16641,6) / (9 \times 236) = 355,5 \text{ грн.}$$

$$Зр.дн4 = (363628,8 + 48483,84 + 43635,46 + 9244,8) / (5 \times 236) = 394,06 \text{ грн}$$

Доплата за святкові дні

$$Дсв = \Phi_{тар} \times Д \times Ч_{яв.} \times 3/4 \times 8$$

$$Дсв.3р = 34,67 \times 10 \times 8 \times 3/4 \times 8 = 16641,6 \text{ грн}$$

$$Дсв.4р = 38,52 \times 10 \times 4 \times 3/4 \times 8 = 9244,8 \text{ грн}$$

Сума оплати відпусток розраховується за такою формулою:

$$Вв = Зср.дн. \times В \times Чсп.$$

де $В$ - число днів відпустки;

$Чсп.$ - Облікова чисельність робочих;

$$Вв3 = 355,5 \times 31 \times 9 = 99184,5 \text{ грн.}$$

$$Вв4 = 394,06 \times 31 \times 5 = 61079,3 \text{ грн.}$$

Сума оплати за час виконання державних обов'язків визначається за такою формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 77 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$B_{\text{го.}} = Z_{\text{ср. дн.}} \times \text{ГО} \times \text{Ч}_{\text{сп.}}$$

де ГО - кількість днів виконання державних обов'язків.

$$B_{\text{го3}} = 355,5 \times 2 \times 9 = 6399 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{го4}} = 394,06 \times 2 \times 5 = 3940,6 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{дод3}} = 78548,35 + 70693,51 + 16641,6 + 99184,5 + 6399 = 271466,96 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{дод4}} = 48483,84 + 43635,46 + 9244,8 + 61079,3 + 3940,6 = 166384 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{дод}} = \Phi_{\text{дод3}} + \Phi_{\text{дод4}}$$

$$\Phi_{\text{дод}} = 271466,96 + 166384 = 437850,96 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальний фонд оплати праці:

$$\Phi = \Phi_{\text{осн}} + \Phi_{\text{дод}};$$

$$\Phi = 952741,4 + 437850,96 = 1390592,36 \text{ грн.}$$

Важливим показником плану праці та заробітної плати є рівень середньої заробітної плати.

Розраховуємо середньомісячну зарплату одного робітника:

$$Z_{\text{ср. міс.}} = \frac{\Phi}{\text{Ч}_{\text{сп.}} \times 12}$$

де Φ - плановий фонд оплати праці, грн.;

$\text{Ч}_{\text{сп.}}$ - Облікова чисельність робочих, чол.;

12 - число місяців на рік

$$Z_{\text{ср. міс.}} = 1390592,36 / (14 \times 12) = 8277,34 \text{ грн.}$$

Планування середньої заробітної плати необхідне:

- для зіставлення темпів зростання середньої заробітної плати та продуктивності праці;
- вивчення динаміки зростання зарплати.

Темп зростання продуктивності праці має бути вищим за темп зростання середньої зарплати.

Щомісяця підприємство здійснює відрахування до фонду соціального страхування 19,5%

Визначимо розмір відрахувань на соціальні потреби:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 78 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$\Phi_{с.п.} = \frac{\Phi \times \%сн}{100\%}$$

де $\%сп$ - розмір відрахувань на соціальні потреби, у відсотках.

$$\Phi_{с.п.} = 1390592,36 \times 19,5 / 100 = 271165,51 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати із зарплати на калькуляційну одиницю продукції:

$$\Phi_{о.од.} = \frac{\Phi_o}{\text{річне_завдання}}$$

де Φ_o - фонд основної зарплати робітників, грн;

$$\Phi_{о.од.} = 952741,4 / 70000 = 13,61 \text{ грн}$$

$$\Phi_{до.од.} = \frac{\Phi_{до.д.}}{\text{річне_завдання}}$$

де $\Phi_{до.д.}$ - фонд додаткової зарплати робітників, грн;

$$\Phi_{до.од.} = 437850,96 / 70000 = 6,26 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{с.п.од.} = \frac{\Phi_{с.п.}}{\text{річне_завдання}}$$

де $\Phi_{с.п.}$ - Розмір відрахувань на соціальні потреби.

$$\Phi_{с.п.од.} = 271165,51 / 70000 = 3,87 \text{ грн.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | 79 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

5.5 Розрахунок непрямих витрат

За способом розподілу на собівартість окремих видів продукції всі витрати поділяються на прямі та непрямі.

На річне завдання сума непрямих витрат становитиме:

$$\Phi_{\text{цех}} = \frac{\text{ОЗП} \times \%_{\text{цех. витр.}}}{100\%}$$

де ОЗП - основна частина.

% цех. витр. - Розмір цехових витрат, %.

$$\Phi_{\text{цех}} = 8277,34 \times 150\% / 100 = 12416,01 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{расх.об.}} = \frac{\text{ОЗП} \times \%_{\text{витр. об.}}}{100\%}$$

$$\Phi_{\text{витр.об.}} = 8277,34 \times 700\% / 100 = 57941,38 \text{ грн}$$

% витр. об. - Розмір витрат по обладнанню, %.

На калькуляційну одиницю ці витрати становитимуть:

$$\text{Цех.од.} = \frac{\Phi_{\text{цех}}}{\text{річне_завдання}}$$

де Цех. од. - цехові витрати на калькуляційну одиницю, грн.;

$\Phi_{\text{цех.}}$ - Сума цехових витрат на річне завдання, грн.

$$\text{Цех. од.} = 12416,01/70000 = 0,18 \text{ грн.}$$

$$\text{Витр.об.од.} = \frac{\Phi_{\text{витр.об.}}}{\text{річне_завдання}}$$

де Витрати.об.од. - витрати на утримання обладнання на калькуляційну одиницю продукції, грн;

$\Phi_{\text{витр.об.}}$ - Сума витрат з обладнання на річне завдання, грн.

$$\text{Витрати.об.од.} = 57941,38/70000=0,83 \text{ грн.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 80 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

5.6 Розрахунок витрат на сировину і матеріали

Економічне значення сировинної та паливо-енергетичної баз хімічної промисловості обумовлюється високою матеріаломісткістю, енергоємністю та високими темпами розвитку хімічної галузі. У загальних витратах на виробництво хімічної продукції сировину та матеріали становлять $2/3$, а паливо та енергія понад 10 відсотків [27].

Матеріаломісткість - одне із показників ефективності виробництва, відбиває витрата сировини, матеріалів, напівфабрикатів у грошах на одиницю продукції. Зниження матеріаломісткості продукції - найважливіший напрямок інтенсифікації виробництва.

Потреба у сировині та матеріалах розраховується виходячи з річного обсягу виробництва продукції та питомих норм витрати, що визначаються на підставі матеріального балансу.

Розрахунок потреби, вартості сировини та матеріалів на калькуляційну одиницю та на річне завдання у таблиці 11.

Таблиця 11 - Розрахунок потреби сировини та матеріалів.

| Найменування сировини, матеріалів, напівфабрикатів | Витрата | | Ціна грн. | Сума грн. | |
|--|-------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------|
| | на калькуляц. 1000 кг або 1 т | на річне завдання 70000 т | | на калькуляц. 1000 кг або 1 т | на річне завдання 70000 т |
| Азото-воднева суміш | 1,043 | 73010 | 0.07 | 73,01 | 5110700 |

5.7 Собівартість одиниці продукції

Собівартість продукції - один із найважливіших узагальнюючих якісних показників ефективності виробництва. Вона показує, у що обходиться підприємству продукція. Цей показник необхідний виявлення резервів виробництва, а також для обчислення прибутку, рентабельності та встановлення цін на промислову продукцію [28].

Собівартість продукції - це сукупність витрат підприємства, пов'язаних з виробництвом та реалізацією продукції, вираженої у грошовій формі. Важливим розділом плану собівартості продукції є складання калькуляції собівартості.

Калькуляція собівартості - це розрахунок витрат у грошовій формі на виробництво та реалізацію одиниці продукції або виконання якоїсь роботи.

Розрізняють такі види калькуляції:

1) Планову, яка визначає середню собівартість на черговий плановий період (рік, квартал) та використовується для встановлення оптових цін, що базуються на прогресивних нормах витрат робочого часу, матеріалів, електроенергії та інших витрат;

2) Нормативну, яка є різновидом планової та розраховується на всі види виробів виробничої програми виходячи з реально досяжних в умовах діяльності підприємства найпрогресивніших норм і нормативів, можливостей використання найсучасніших технологічних процесів, прогресивних видів сировини, матеріалів. Використовується на практиці управління виробництвом як своєрідний зразок;

3) Звітну, що складається за фактичними даними бухгалтерського обліку виробничих витрат;

4) Кошторисну калькуляцію, що розробляється на знову освоєні види продукції чи продукцію, не передбачену планом.

Основні напрямки зниження собівартості:

- зменшення матеріаломісткості продукції;
- підвищення продуктивності праці;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 82 |

- зниження витрат на обслуговування та управління.

Калькуляція планових витрат представлена у таблиці 12.

З поточних розрахунків складаємо таблицю техніко-економічних показників проектованої фази.

Техніко-економічні показники проектованої фази наведені у таблиці 13.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 83 |

5.8 Орієнтовна планова калькуляція і техніко-економічні показники

Таблиця 12 - Орієнтовна планова калькуляція

| № | Найменування статей | Сума, грн | |
|---|------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | На калькуляції. од | На рік. завдання |
| 1 | Сировина і матеріали | 73,01 | 5110700 |
| 2 | Транспортно-заготівельні витрати | 3,5 | 245000 |
| 3 | Енерговитрати | 6,55 | 458342,58 |
| | Витрати на воду | 24,97 | 1747890,9 |
| 4 | Основна заробітна плата робітників | 13,61 | 952741,4 |
| 5 | Додаткова заробітна плата | 6,26 | 437850,96 |
| 6 | Відрахування на соціальні потреби | | 271165,51 |
| | | 3,87 | |
| 7 | Цехові витрати | 0,18 | 12416,01 |
| 8 | Витрати на утримання обладнання | 0,83 | 57941,38 |
| | Цехова собівартість | 132,78 | 9294048,74 |

Таблиця 13- Таблиця техніко-економічних показників

| Найменування показників | Одиниця вимір. | Цифрові дані |
|---------------------------------|----------------|--------------|
| Річний випуск продукції: | | |
| А) у натуральному вираженні; | Тонн | 70000 |
| Б) у вартісному вираженні. | Грн. | 9294048,74 |
| Облікова чисельність робітників | Чол. | 14 |
| Фонд оплати праці | Грн. | 1390592,36 |
| Середньомісячна зарплата | Грн. | 8277,34 |
| Продуктивність праці: | | |
| А) у натуральному вираженні; | Тонн/чол. | 5000 |
| Б) у вартісному вираженні | Грн. | 663860,62 |

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі магістра розглянуто актуальність розробки нових способів та відновлення вивчених технологій виробництва аміаку. Проведено аналіз літературних джерел за технологією синтезу аміаку середнього тиску з вибором технологічної схеми. Наведений опис обраного технологічного процесу з техніко-економічними показниками на задану річну продуктивність.

Дана характеристика сировини, матеріалів і готового продукту, а також вимоги, що пред'являються до них. Вибраний оптимальний аналітичний контроль вхідної сировини та матеріалів, технологічного процесу та готової продукції.

У розділі «Охорона праці» дано аналіз всіх продуктів за ступенем небезпеки, запропоновані методи попередження аварійних ситуацій, вимоги до обладнання, вентиляції, електроосвітлення.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 85 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент «Preparation or purification of gas mixtures for ammonia synthesis»
<https://patents.google.com/patent/US1765534A>
2. Патент «Process for removing inert gases from ammonia synthesis gas»
<https://patents.google.com/patent/US2881053A/en>
3. Патент «Process for purifying the nitrogen-hydrogen mixture in the synthesis of ammonia» <https://patents.google.com/patent/USRE18766E/en>
4. Патент «Production of ammonia»
<https://patents.google.com/patent/US1830167A/en>
5. Патент «Process for manufacture of ammonia»
<https://patents.google.com/patent/EP0247220A1/en>
6. Патент «Improved ammonia plant configurations and methods»
<https://patents.google.com/patent/WO2003002459A1/en>
7. Патент «Process of making ammonia by catalysis»
<https://patents.google.com/patent/US1815243A/en>
8. Патент «Спосіб каталітичного синтезу аміаку із суміші азоту і водню»
<http://uapatents.com/5-75901-sposib-sintezu-amiaku-iz-sumishi-azotu-i-vodnyu-otrimano-z-prirodnogo-gazu.html>
9. Патент «Process for the production of ammonia synthesis gas with improved cryogenic purification» <https://patents.google.com/patent/EP2159192A1/en>
10. Патент «Извлечение углерода и азота из аммиачного продувного газа»
<https://patents.google.com/patent/RU2545546C2/ru>
11. Патент «Hydrogen and nitrogen recovery from ammonia purge gas»
<https://patents.google.com/patent/US10040691B2/en>
12. Патент «A method for increasing the capacity of an ammonia plant»
<https://patents.google.com/patent/EP3095760A1/en>
13. Патент «Способ замены установки синтеза аммиака»
<https://patents.google.com/patent/RU2724051C2/ru>
14. Патент «Pressurized raw coke oven gas purification system»
<https://patents.google.com/patent/CN213446997U/zh>

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 86 |

15. Ведерников М.И. Производство аммиака из природного газа К.: Техника, 1970. - 230 с.
16. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. - М.: Химия, 1969. - 564с.
17. Кутепов А.М. и др., Общая химическая технология, М: Высш. школа, 1985. - 331 с.
18. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Л., «Химия», 1976.
19. Луняка К.В. Процеси і апарати хімічних виробництв. Курс лекцій. Навчальний посібник. Херсон, 2006. - 152 с
20. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- М.: Химия, 1985.-349 с.
21. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного регулювання. - Підручник. К.: Либідь, 1997. - 544 с.
22. Мухленов И.П. Расчеты химико-технологических процессов. Л.: Химия, 1982. 248 с.
23. Бедрій Я.І., Дещинський.Ю.Л., Мурін О.С. Основи охорони праці: навч. посібник. - Л.: «Магнолія плюс», 2004. - 240 с.
24. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. - К. : «Каравела», 2008. - 384 с.
25. НПАОП 29.6-7.06-89. Правила устройства предприятий
26. Экономика предприятия: сост. Л.Г. Мельник. - Сумы: ИТД «Университетская книга», 2002. - 632 с.
27. Багал Л.И. Химия и технология / Л.И. Багал. -М.: Машиностроение, 1975. - 256 с.156.
28. «Экономика химической промышленности». В. Л. Клименко. Ленинград. Химия, 1990
29. Тарасюк Г.М., Л.И.Шваб «Планирование деятельности предприятия», К; «Каравелла», 2003

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ХТ.м-11Ш.161.03.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 87 |