Зміст

[Вступ 12](#_Toc421838323)

[1 Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва 13](#_Toc421838324)

[1.1 Фізико - хімічні основи конверсії аміаку 14](#_Toc421838325)

[2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв 20](#_Toc421838326)

[3 Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва 25](#_Toc421838327)

[3.1 Обґрунтування норм технологічних режимів 28](#_Toc421838328)

[4 Опис технологічної схеми виробництва 30](#_Toc421838329)

[5 Характеристика основного і допоміжного технологічного обладнання 33](#_Toc421838330)

[5.1 Апарат очистки повітря 33](#_Toc421838331)

[5.2 Методика розрахунку основного технологічного обладнання 34](#_Toc421838332)

[5.3 Розрахунок гідравлічного опору апарату очистки повітря 37](#_Toc421838333)

[5.4 Розрахунок допоміжного технологічного обладнання – насоса 40](#_Toc421838334)

[6 Модернізація відділення конверсії аміака 43](#_Toc421838335)

[6.1 Заміна повітряного фільтра 43](#_Toc421838336)

[6.2 Розрахунок гідравлічного опору модернізованого апарата очистки повітря 49](#_Toc421838339)

[7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва 52](#_Toc421838340)

[7.1 Аналіз технологічного процесу як об’єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації 52](#_Toc421838341)

[7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу 54](#_Toc421838342)

[8 Техніко-економічні розрахунки відділення синтезу аміаку 56](#_Toc421838343)

[8.1 Економічні розрахунки собівартості очищеного повітря до реконструкції 57](#_Toc421838344)

[8.2 Розрахунок техніко-економічних показників до реконструкції*.* 60](#_Toc421838345)

[8.3 Економічні розрахунки собівартості підготовки очищеної води після реконструкції 60](#_Toc421838346)

[8.4  Розрахунок   техніко-економічних  показників  після реконструкції*.* 63](#_Toc421838347)

[9 Охорона праці 65](#_Toc421838348)

[9.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів в умовах виконання експериментальної частини проекту. Заходи з охорони праці. 65](#_Toc421838349)

[9.1.1 Мікроклімат робочої зони 65](#_Toc421838350)

[9.1.2 Виробниче освітлення 69](#_Toc421838351)

[9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій 70](#_Toc421838352)

[9.1.4 Електробезпека 71](#_Toc421838354)

[9.1.5 Безпека експериментальної частини 72](#_Toc421838355)

[9.1.6 Атестація робочого місця за умовами праці 73](#_Toc421838357)

[9.2 Пожежна безпека 74](#_Toc421838358)

[10 Екологічна безпека виробництва 76](#_Toc421838359)

[10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів 76](#_Toc421838360)

[10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва 79](#_Toc421838361)

[10.3 Обране рішення та екологічний моніторинг 80](#_Toc421838362)

[10.4 Штрафи за забруднення навколишнього середовища 81](#_Toc421838363)

[Висновки 85](#_Toc421838364)

[Список використаних джерел 87](#_Toc421838365)

Додатки…………………………………………………………………………...89

# **ВСТУП**

Азотна кислота по обсягу виробництва займає серед інших кислот друге місце після сірчаної. Зростаючий об'єм виробництва HNO3 пояснюється величезним значенням азотної кислоти та її солей для народного господарства.

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

Промисловістю виробляється неконцентрована (до 60-62% HNO3) і концентрована (98-99%HNO3) кислоти. У невеликих об'ємах випускається реактивна й азотна кислоти особливої чистоти. У виробництві вибухових речовин нітруванням толуолу, уротропіну, ксилолу, нафталіну й інших органічних продуктів застосовують концентровану азотну кислоту. Для одержання добрив споживається як правило розведена азотна кислота.

За останні тридцять років технологія виробництва розбавленої азотної кислоти не зазнавала суттєвих змін. В нинішній час єдиним промисловим способом отримання розбавленої азотної кислоти є каталітичне окислення аміаку киснем повітря з наступним поглинанням отриманих оксидів азоту водою. Стадія очистки повітря є вкрай важливою, від умов та якості її проведення залежать витратні коефіцієнти по аміаку і втрати платини.

Метою даного проекту є модернізація відділення конверсії аміаку цеху виробництва азотної кислоти: реконструкція відділення очистки повітря та впровадження повітряних фільтрів нового зразка, надання рекомендацій щодо їх експлуатації.

# 1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

В теперішній час в експлуатації знаходяться дві основні системи виробництва розбавленої азотної кислоти:

* комбінована схема з тиском на стадії абсорбції 0,35 - 0,4 МПа;
* схема, працююча під тиском 0,73 МПа;

Працюючі раніше установки отримання азотної кислоти з конверсією та абсорбцією при атмосферному тиску в теперішній час не експлуатуються.

Системи працюючі по комбінованій схемі з тиском 0,35 - 0,4 МПа на стадії абсорбції оксидів азоту, складаються з декількох агрегатів потужністю 45 - 50 тис. т/рік (в перерахунку на 100%-вуHNO3). Концентрація продукційної кислоти 47 - 49% (мас.).

До недоліків системи відносяться підвищена витрата електроенергії, мала потужність агрегатів і велика витрата аміаку у зв’язку з використанням низькотемпературної каталітичної очистки вихлопних газів від оксидів азоту.

Ця система отримання розбавленої азотної кислоти не знайшла застосування в Україні, основною ж є схема, працююча під тиском 0,73 МПа. її потужність визначається кількістю агрегатів. Потужність одного агрегату складає 120 тис. т/рік (100% - воїHNO3), концентрація продукційної кислоти 58 - 60% (мас.).

Агрегати, працюючі під тиском 0,73 МПа, оснащені приладами автомтизації, що дозволяють керувати процесом з центрального пункту керування. Ці агрегати характеризуються високою ступінню використання енергії процесів, великою мобільністю при пуску, зупинках та змінах навантажень, великою одиничною потужністю і ефективною очисткою відхідних газів від оксидів азоту.

# **Фізико - хімічні основи конверсії аміаку**

В гомогенних умовах при горінні аміаку в суміші, що містить кисень утворюється тільки молекулярний азот. Мінімальна енергія загоряння стехіометричної аміачно-повітряної суміші, що містить 22% (об’ємні) аміаку, складає 680 МДж, температура горіння такої муміші 2040 °С [4].

В залежності від умов проведення процесу окиснення на каталізаторах можливе протікання реакцій взаємодії аміака з киснем:

4NН3 + 5O2 = 4NO + 6Н2O + 904 кДж (1.1)

4NH3 + 4O2 = 2N2O + 6Н2O + 1104,4 кДж (1.2)

4NH3 + 3O2 = 2N2 + 6Н2O + 1268,8 кДж (1.3)

Одночасно можливі інші послідовні та паралельні реакції, кінцевим продуктом яких є молекулярний азот:

4NН3 + 6NO = 5N2 + 6Н2O + 1810,6 кДж (1.4)

2NO = N2 + O2 + 180,6 кДж (1.5)

2NH3 = N2 + 3Н2 - 91,6 кДж (1.6)

З’явились дані про можливу взаємодію оксиду азоту (І), що утворюється за реакцією (1.2) на платиноїдних і оксидних каталізаторах при температурах нижче 500°С, з аміаком:

2NH3 + ЗH2O = 4N2 + ЗН2O + 834,1 кДж (1.7)

У випадку проскоку аміаку при проходженні газу виникають умови для взаємодії аміака з оксидом азоту (IV):

8NH3 + 6NO2 = 7N2 + 12Н2O + 2734 кДж (1.8)

Всі реакції, крім (1.6), екзотермічні. Константи рівноваги для реакцій (1.1) - (1.3) мають великі числові значення, що дозволяє вважати, що ці реакції практично необоротні, тобто в реальних умовах виробництва процес буде визначатись лише швидкістю цих реакцій.

Реакція аміаку на платині починається при 145°С, але протікає з малим виходом NO і утворенням переважно елементарного азоту. Підвищення температури призводить до збільшення виходу оксиду азоту і зросту швидкості реакції. В інтервалі 700-1000 °С вихід NO може бути доведений до 95-98 %. Час контактування при підвищенні температури від 650 до 900 °С скорочується приблизно в п'ять разів (від 5·10-4 до 1,1·10-4 с), рис [].

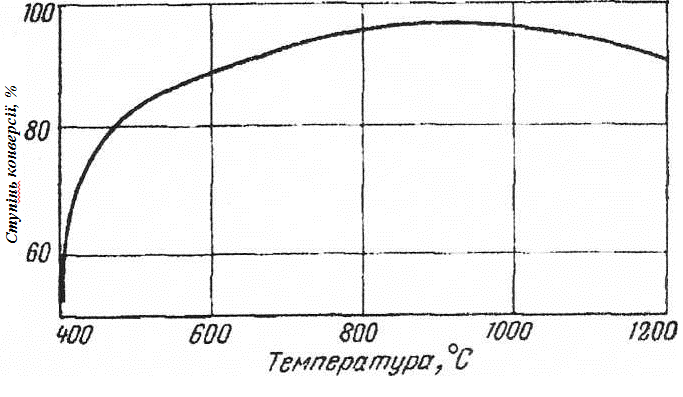


Рисунок 1.1 – Залежність ступеня перетворення оксиду азоту (ІІ) від температури

Необхідний температурний режим процесу може підтримуватися за рахунок тепла реакцій окиснення. Для сухої аміачно-повітряної суміші, що містить 10% NH3, при ступені конверсії 96% теоретичне підвищення температури газу складає приблизно 705 °С чи близько 70 °С на кожен відсоток аміаку у вихідній суміші. Застосовуючи аміачно-повітряну суміш, що містить 9,5 % аміаку, можна за рахунок теплового ефекту реакції досягти температури порядку 600 °С, для ще більшого підвищення температури конверсії необхідний попередній підігрів повітря або аміачно-повітряної суміші.

Варто враховувати, що підігрівати аміачно-повітряну суміш можна тільки до температури не вище 150-200 °С при температурі газу, що гріє, не більш 400 °С. В іншому випадку можлива дисоціація аміаку або його гомогенне окиснення з утворенням елементарного азоту.

Верхня межа підвищення температури контактного окиснення аміаку визначається втратами платинового каталізатора. При збільшенні температури до 920°С втрати платини якоюсь мірою компенсуються ростом активності каталізатора, але вище цієї температури ріст втрат каталізатора значно випереджає збільшення швидкості реакції.

Згідно з заводськими даними, оптимальна температура конверсії аміаку під атмосферним тиском складає близько 800°С; на установках, що працюють під тиском 9 атм, вона дорівнює 870-900°С.

Застосування підвищеного тиску при одержанні розведеної азотної кислоти в основному зв'язано з прагненням збільшити швидкість окиснення оксиду азоту (II) і переробки оксиду азоту (IV), що утвориться, в азотну кислоту.

Термодинамічні розрахунки показують, що і при підвищеному тиску рівноважний вихід NО близький до 100%. Однак високий ступінь контактування в цьому випадку досягається лише при великій кількості каталізаторних сіток і більш високій температурі. На рисунку 1.2 зображені криві залежності виходу NО при підвищенні тиску.

За останнім часом у промислових умовах на багатошарових каталізаторах при ретельному очищенні газів і температурі 900°С вдалося довести ступінь конверсії аміаку до 96%. При виборі оптимального тиску варто мати на увазі, що підвищення тиску приводить до росту втрат платини. Це пояснюється збільшенням температури каталізу, застосуванням багатошарових сіток і посиленням їхнього механічного руйнування під дією великої швидкості газу.

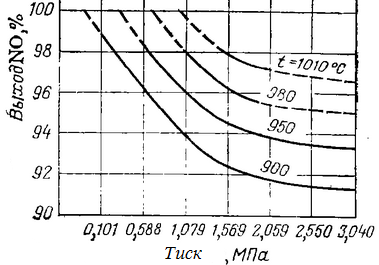


Рисунок 1.2 – Залежність виходу оксиду азоту (ІІ) від тиску і температури при τопт

Для окиснення аміаку звичайно застосовують повітря, тому вміст аміаку в суміші визначається вмістом кисню в повітрі. При стехіометричному відношенні О2:NH3=1,25 (вміст аміаку в суміші з повітрям складає 14,4%) вихід оксиду азоту (II) незначний. Для збільшення виходу NO потрібно деякий надлишок кисню, отже вміст аміаку в суміші повинен бути менше 14,4%. У заводській практиці вміст аміаку в суміші підтримують у межах 9,5-11,5%, що відповідає відношенню О2:NH3=2÷1,7.

Сумарна реакція, що визначає потребу в кисні при переробці аміаку в азотну кислоту:

NH3+ 2О2 = HNО3 + Н2О ( 1.9)

дає відношення О2:NH3=2, що відповідає вмісту аміаку у вихідній суміші, рівному 9,5%. Це свідчить про те, що збільшення концентрації аміаку в суміші вище 9,5% в остаточному підсумку не приведе до росту концентрації NO, тому що в цьому випадку в адсорбційну систему прийдеться вводити додаткове повітря.

Якщо як вихідні реагенти застосовувати аміачно-кисневу суміш, то відповідно до рівняння сумарної реакції можна було б збільшити концентрацію в ній аміаку до 33,3%.

Однак застосування високих концентрацій аміаку ускладнюється тим. шо подібні суміші вибухонебезпечні.

Суміші аміаку з повітрям і киснем вибухонебезпечні. Нижня і верхня межі вибухонебезпечності аміачно-повітряно-кисневих сумішей приведені на рисунку 1.3. Зі збільшенням розмірів реактора, у якому відбувається окиснення, і при підвищенні температури сухої суміші газів її межі вибуху розширюються.

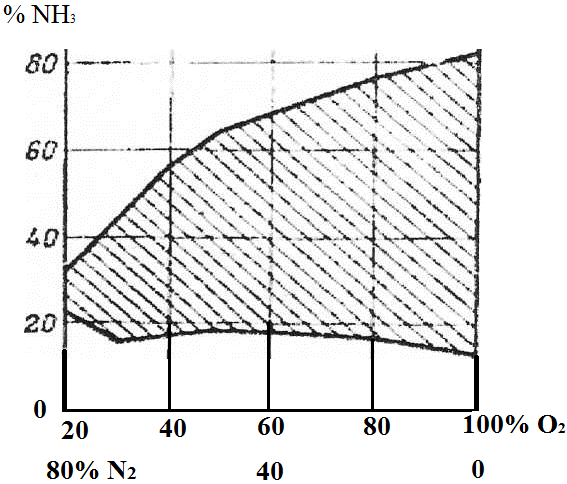


Рисунок 1.3 – Межі вибухованості аміаку в сумішах ПР О2 – N2 при Т=293,2 К, тиск – 0,1 МПа.

Зі збільшенням тиску нижня межа вибухонебезпечності аміачно- кисневих сумішей знижується. Якщо при 0,101З МПа він дорівнює 13,5 об‘ємних %, то при 1,96МПа (20 атм) він залишає всього 10%.

Швидкість поширення вибуху складає від 0,3 до 0,5м/с. Домішки горючих газів збільшують силу і швидкість поширення вибуху. Вміст великої кількості водяних парів звужує границі запалення аміачних сумішей. Так, аміачно-кисневі суміші, що містять 10% парів води, не вибухонебезпечні.

Аміачно-повітряні й аміачно-кисневі суміші можуть вибухати від зіткнення з полум'ям, від електричних і інших іскор.

Вибухи аміачних сумішей з повітрям або киснем приводять до великих руйнувань, тому одним з найважливіших параметрів процесу окислювання є склад газової суміші, що спрямовується у контактний апарат.

Повна однорідність аміачно-повітряної суміші, що надходить у зону контактування, є однією з основних умов одержання високого виходу оксиду азоту (II). Гарне змішування газів має велике значення не тільки для забезпечення високого ступеня контактування, але й охороняє від небезпеки вибуху. Конструкція й об'єм змішувача повинні повною мірою забезпечувати гарне перемішування газу і виключати проскакування аміаку окремими напрямами на каталізатор.

Платинові сплави чуттєві до домішок, що міститься в аміачно- повітряній суміші. У присутності 0,0002% фосфористого водню в газовій суміші ступінь конверсії аміаку знижується до 80%. Менш сильними контактними отрутами є сірководень, ацетилен, хлор, пари мастил, пил, що містить оксиди заліза, оксид кальцію, силіцію і ін.

Попереднє очищення газів збільшує тривалість роботи каталізатора. Однак згодом каталізатор поступово отруюється і вихід NО знижується. Для видалення отрут і забруднень сітки періодично регенерують за допомогою обробки їх 10-15% розчином соляної кислоти.

Оптимальний час контактування визначається швидкістю окиснення аміаку. Найчастіше інтенсивність окиснення визначають як кількість окисненого аміаку (кг) на одиницю поверхні (м ) за добу (напруженість каталізатора). Тривалість зіткнення газу з каталізатором, чи час контактування визначають за рівнянням

t = Vсв/W (1.10)

де t - час перебування газу в каталітичній зоні, с;

Vсв – вільний об’єм каталізатора, м3;

W - об'ємна швидкість в умовах контактування м3 ∙с-1 .

Максимальний ступінь перетворення аміаку в оксид азоту (II) досягається при певному часі контакту газу з каталізатором. Оптимальним часом контактування варто вважати не той, при якому досягається максимальний вихід NО, а трохи менше, тому що економічно вигідно працювати при більшій продуктивності навіть за рахунок зниження виходу продукту. У практичних умовах час контакту аміаку з каталізатором коливається в межах (1-2)∙10-4с.

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

Сировиною для виробництва азотної кислоти являється аміак, повітря, вода. Допоміжними матеріалами і енергетичними ресурсами виступають каталізатори окиснення аміаку, природний газ, пар і електроенергія.

Аміак у звичайних умовах представляє собою газ без кольору з різким запахом. У таблиці 2.1 наведені основні властивості аміаку.

Таблиця 2.1 – Властивості аміаку

|  |  |
| --- | --- |
| Властивості аміака | Параметр |
| 1 | 2 |
| Молярна маса, кг/кмоль | 17,0304 |
| Молекулярний об’єм ( при 273,15 К і 0,1013 МПа), м3/кмоль | 22,08 |
| Універсальна газова стала, кДж/(кг∙К) | 0,4881617 |
| Параметри в потрійній точці | |
| Температура плавлення, °С | -77,58 |
| Тиск,Мпа | 0,006 |
| Густина, кг/м3 |  |
| газової фази | 0,0632 |
| рідкої фази | 734,3 |
| твердої фази | 819,0 |
| Теплота, кДж/кг |  |
| Пароутворення | 1495 |
| Сублімації | 1835 |
| Плавлення | 340 |
| Параметри у точці кипіння | |
| Температура, °С | -33,19 |
| Густина, кг/м3: |  |
| газової фази | 0,8886 |

Продовження таблиці 2.1

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| рідкої фази | 682,6 |
| Теплота пароутворення, кДж/кг | 1372 |
| Параметри у критичній точці | |
| Температура, °С | 132,55 |
| Тиск, Мпа | 11,32 |
| Густина, кг/м3 | 235 |
| Питомий об’єм, м3/кг | 0,00426 |
| Дипольний момент, Д | 1,47 |

Газоподібний аміак добре розчиняється у воді - в одному об’ємі води, за нормальних умов, розчиняється 1050 об’ємів аміаку. Зі збільшенням температури розчинність аміаку зменшується, а зі збільшенням тиску - збільшується. У водних розчинах солей, ефірі, спиртах аміак розчиняється гірше ніж уводі. В рідкому аміаку розчиняються деякі солі, з мінеральними маслами аміак не реагує, при змішуванні з ними може утворювати емульсію. Аміак проявляє досить активні хімічні властивості і взаємодіє з багатьма речовинами. При розчиненні у воді відбувається часткове утворення гідроксиду амонію:

NH3 + Н2О = NH4OH (2.1)

В гідроксиді радикал амонію грає роль одновалентного металу, тому електролітична дисоціація NH4OH йде за основним типом:

NH4ОН = NH4+ + ОН- (2.2)

або сумарна реакція у водному розчині:

NН3 + Н2O = NН4ОН = NН4+ + ОН- (2.3)

В присутності повітря та парів води аміак реагує з деякими металами, багатьма неорганічними та органічними речовинами з утворенням комплексних сполук.

З повітрям або киснем за звичайної температури аміак не реагує. При підвищенні температури горить блідо-зеленим полум’ям і окиснюється до елементарного азоту.

Синтетичний аміак головним чином одержують у рідкому стані, який містить домішки карбонату амонію, мастило, пил каталізатора синтезу аміаку, окалину зі стінок апаратів та трубопроводів. В таблиці 2.2 наведено вимоги до рідкого аміаку згідно з ГОСТ 6221-82.

Таблиця 2.2 - Вимоги до рідкого аміаку згідно з ГОСТ 6221-82

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марки аміаку | А | Ак | Б |
| Вміст, мас % |  |  |  |
| аміаку, не менше | 99,96 | 99,6 | 99,6 |
| води, не більше | 0,04 | 0,2- 0,4 | 0,2- 0,4 |
| Вміст домішок, не більше, мг/кг |  |  |  |
| Мастило | 2 | 2 | 8 |
| Залізо | 1 | 1 | 2 |
| загальний хлор | не норму­ється | 0,5 | не норму­ється |
| СО2 | 30±10 |

Сухе атмосферне повітря містить 78,08% азоту, 20,95% кисню, 0,94% аргону, 0,03% діоксиду вуглецю і невелику кількість інертних газів (гелію, криптону, ксенону, неону). В повітрі також міститься водяний пар кількість якого залежить від температури.

Для технологічних розрахунків приймаємо, що в повітрі міститься 79% азоту, 21% кисню, при цьому враховується вміст вологи. Густина повітря за нормальних умов 1,293 кг/м3, теплоємність 1,012 кДж/(кг∙К).

В повітрі можуть бути присутні сліди SO2, NНз, СO2. В районі промислових площадок повітря забруднене пилом різного походження, а також різноманітними компонентами неорганізованих газових викидів (SO2, SO3, H2S, С2Н2, СІ та іншими). Кількість пилу в повітрі складає 0,5-1,0 мг/м3. Для досягнення високого ступеня конверсії та отримання оксиду азоту (II) з більшим виходом необхідна ретельна очистка повітря.

Вода у виробництві азотної кислоти використовується для зрошення абсорбційних колон, виготовленні пари при утилізації тепла в котлах- утилізаторах, для охолодження реакційних апаратів. Вода, що використовується для технологічних цілей повинна пройти спеціальну підготовку: з неї видаляють механічні домішки, очищають від розчинених у ній солей. У виробництві реактивної азотної кислоти використовують чистий паровий конденсат або двічі перегнану воду (бідистилят).

Вода, що використовується для зрошення колон не повинна містити вільного аміаку і твердих домішок, вміст хлорид-іону повинен бути не більше 2мг/л, масло - не більше 1 мг/л.

Хімічно очищена вода для котлів-утилізаторів повинна відповідати вимогам ГОСТ 20995-75 і ОСТ- 108.034.02-79. Вона повинна містити не більше 10 мекв/л солей жорсткості, 0,3- 0,5 мг/л лугів, 100 мг/л заліза, 3 мг/кг масел при pH не менше 8,5.

Технічна вода, призначена для відводу тепла в теплообмінниках і охолодження обладнання (оборотна вода ), повинна відповідати наступним вимогам:

карбонатна жорсткість, мекв/кг не більше 3,6

вміст механічних домішок, мг/кг не більше 50

значення pH 6,5 - 8,5

Природний газ містить: 91,8 - 94,15% метану, 2,15% етану, 1,06% бутану, 0,29% пропану, 0,08% пентану, 1,59% азоту, 0,78% діоксиду вуглецю, також органічної сірки не більше 20 мг/нм3 , тиск природного газу на вході у цех 15 кг/см2. Природний газ використовується для підігріву газів у камерах згорання та у ГТТ - 3, у процесі відновлення оксидів азоту у реакторі каталітичної очистки хвостових газів.

Азотповітряна суміш має містити 75% водню, 25% азоту, вміст мастила не допускається. Використовується для запалювання каталізаторних сіток у контактному апараті, прокалюванні сіток під час регенерації.

Газоподібний азот використовується для продувки комунікацій та обладнання.

Соляна кислота використовується для регенерації платинових сіток.

Каталізатор використовується в контактних апаратах для окиснення аміаку. В таблиці 2.3 наведено основні характеристики платинових сіток виготовлених із сплаву №5.

Таблиця 2.3 - Характеристики платинових сіток із сплаву №5.

|  |  |
| --- | --- |
| Властивості сітки | Параметр |
| Вміст платини,% | 81,0 |
| Вміст паладію, % | 15,0 |
| Вміст родію, % | 3,5 |
| Вміст рутенію, % | 0,5 |
| Повний діаметр сітки, мм | 1700 |
| Робочий діаметр сітки, мм | 1650 |
| Діаметр нитки, мм | 0,09 |
| Кількість отворів на 1см2 , шт | 1024 |
| Активна поверхня 1 м2 сітки, м2 | 1,82 |
| Загальна активна поверхня 12 сіток, м2 | 43,649 |
| Загальна маса активної частини 12 сіток, г | 24201,940 |
| Загальна маса 12 сіток діаметром 1700 мм, кг | 26,34 |

# ХАРАКТЕРИСТИКА І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

Р. Дж. Глаубер отримав в середині 17-го сторіччя чисту нітратну кислоту перегонкою селітри з сірчаною кислотою, зараз цей процес застосовується при лабораторному отриманні кислоти.

Промислове виробництво почалося лише на початку 19 століття, коли сірчана кислота та нітрат натрію стали доступними в великих кількостях. Сучасний спосіб добування кислоти, каталітичне окислення аміаку на платині, було відкрито Ч.Ф. Кульманом (1838). До винаходу синтетичного аміаку, названого на честь його першовідкривачів "Аміак Габер і Бош", такий спосіб отримання залишався дуже дорогим у порівнянні з добуванням із натрієвої селітри. На початку 20-го століття Вільгельм Оствальд започаткував виробництво азотної кислоти з аміаку у промислових масштабах. Дешевий спосіб окислення аміаку в даний час замінив всі інші промислові способи добування нітратної кислоти.

Процес одержання азотної кислоти – достатньо складний комплекс хімічних перетворень, які протікають у різних фазах і в присутності каталізаторів.

Перший завод з виробництва HNO3 з аміаку коксохімічного виробництва був запущений в Росії у 1916 р

Розрізняють виробництво слабкої (розведеної) азотної кислоти і виробництво концентрованої азотної кислоти:

* отримання розведеної кислоти з наступним концентруванням її в разі потреби;
* безпосереднє отримання концентрованої кислоти.

Найбільш поширений перший спосіб, що пов'язано з використанням в народному господарстві як концентрованої, так і розведеної кислоти. Методи розрізняються фізико-хімічними закономірностями протікання процесів і технологічними схемами.

Процес виробництва розведеної азотної кислоти контактним окисненням аміаку складається з двох основних стадій: одержання оксиду азоту (ІІ) і переробки його на азотну кислоту. На останній стадії перебігає процес окиснення NO до вищих оксидів азоту з подальшим поглинанням їх водою [1].

Перша стадія в загальному вигляді описується рівнянням:

4NH3 + 5О2 → 4NO + 6Н2О +907,3 кДж. (1.1)

Друга стадія – окиснення оксиду азоту (ІІ) у вищі оксиди і переробка їх на азотну кислоту:

2NO + О2 → 2NO2 +124,0 кДж, (1.2)

3NO2 + Н2О → 2HNO3+ NO +136,0 кДж. (1.3)

Сумарна реакція (без урахування побічних реакцій, які перебігають з утворенням елементарного азоту) наведена рівнянням:

NH3 + 2О2 → HNO3 + Н2О 421,2 кДж (1.4)

При окисненні аміаку на каталізаторі утворюється NO, частково N2О та елементарний азот. При цьому окрім реакції (1.1) протікають реакції:

4NH3 + 4О2 → 2N2О + 6Н2О +1104,9 кДж

4NH3 + 3О2 → 2N2 + 6Н2О +1269,1 кДж

В.С. Яковлев встановив, що при утворенні оксиду азоту (ІІ) із аміаку він здатний окиснювати аміак за реакцією:

4NH3 + 6 NO → 5 N2 + 6Н2О

Згідно з термодинамічними розрахунками зміни вільної енергії, всі реакції можуть іти практично до кінця. Таким чином, склад кінцевих продуктів буде визначатися переважно селективністю каталізатора.

Окиснення аміаку повітрям без каталізатора веде до утворення тільки елементарного азоту; з участю каталізатора можна одержати крім азоту оксид азоту (ІІ) чи (І) або ж два ці оксиди.

Для процесу каталітичного окиснення аміаку активність каталізатора характеризує загальне перетворення аміаку на оксиди азоту та елементарний азот, а селективність – вихід корисного продукту – оксиду азоту (ІІ).

Найбільшу селективність з числа каталізаторів, які відомі в теперішній час, має платиновий каталізатор з домішками родію і паладію. Платина є дорогим каталізатором, але упродовж тривалого часу зберігає високу активність, достатньо стійка, володіє хорошою механічною міцністю та легко регенерується [2].

У процесі експлуатації поверхня платинових сіток сильно розпушується, гладкі та блискучі нитки стають губчастими та матовими. В результаті чого сильно розвивається поверхня каталізатора, що і призводить до збільшення його активності. При додаванні родію до платини, з одного боку, підвищується каталітична активність каталізатора, а з другого боку – покращується стійкість сітки до впливу високих температур.

Процес окиснення аміаку на платиновому каталізаторі відноситься до числа найбільш швидких каталітичних реакцій у наш час. В промислових умовах практичне повне окиснення аміаку досягається за (1-2)\*10-4 с.

В оптимальних умовах вихід на ньому досягає 99% при атмосферному тиску і 96-93% - при веденні процесу під тиском та при Т=1200 К.

Окрім платинових каталізаторів можуть застосовуватись інші, наприклад на основі оксиду кобальту з добавками оксидів нікелю та алюмінію, або каталізатори на основі оксиду заліза з добавками оксидів марганцю або хрому, але вони не поширені. Також застосовується залізо-хромовий каталізатор у вигляді таблеток діаметром мм у поєднанні з платиновими сітками. Його застосовують у якості другої сходинки (шар товщиною 50 – 65 мм) каталізатору для установок, які працюють при атмосферному тиску. Першу ступінь цього каталізатору становить одна платинова сітка. Вихід NO на двоступеневому каталізаторі на 0,5 % нижче, ніж на платиновому.

Наведені вище рівняння реакцій окиснення аміаку є сумарними і не відображають елементарних каталітичних процесів, які при цьому перебігають.

При окисненні аміаку на платині утворюються проміжні речовини. За даними різних дослідників, такими проміжними речовинами можуть бути: імідогрупа NH, диімід N2H2, атомарний азот N, амідогрупа NH2, нітроксил HNO, гідроксиламін NH2OH.

Базуючись на наведених даних можна судити про склад проміжних речовин, але оскільки послідовність їх утворення досі не вивчена, про механізм окиснення аміаку можна мати лише загальну уяву.

# 3.1 Обґрунтування норм технологічних режимів

Виробництво азотної кислоти є безперервним: всі основні аппарати технологічної схеми з'єднані послідовно. При порушенні режиму одного апарату порушується режим роботи наступних апаратів, збільшується витрата сировини, електроенергії, води, палива, погіршуються умови праці та в цілому знижуються техніко-економічні показники виробництва.

Якісні та техніко-економічні показники виробництва азотної кислоти залежать, насамперед від точності дотримання технологічного режиму. Порушення його приводять до зниження продуктивності і погіршення якості продукції.

Таблиця 3.1 - Норми технологічного режиму

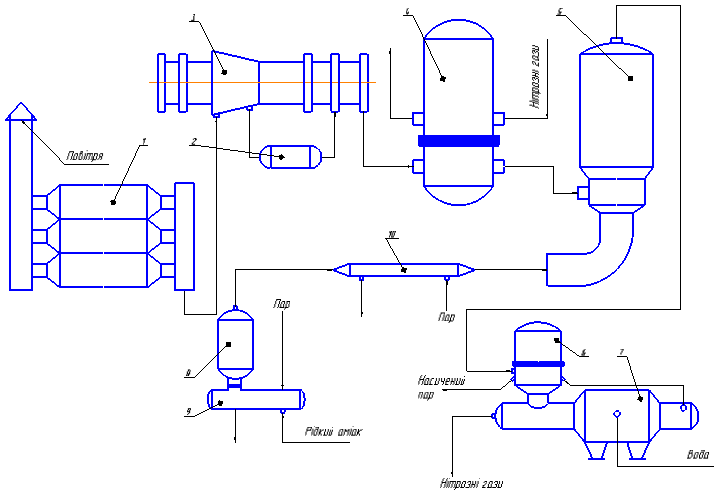
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування показника технологічного режиму | Оптимальне значення | ГДЗ |
| Вміст аміаку в АВС, % (об.) | 9,5-11 |  |
| Тиск повітря, МПа: |  |  |
| на виході з компресора | 0,343 |  |
| на виході з нагнітача в агрегаті | 0,716 |  |
| Температура повітря на виході, ºС: |  |  |
| з компресора | до 170 |  |
| з нагнітача | до 143 |  |
| із повітроохолоджувача | 42 |  |
| із підігрівача | 180-230 |  |

Продовження таблиці 3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Температура, ºС: |  |  |
| аміачно-повітряної суміші | 180-230 | 270 |
| контактування | 890-910 | 1000 |
| Температура нітроз них газів, ºС: |  |  |
| на виході з котла-утилізатора | 250-275 |  |
| на вході в абсорбційну колону | 50-60 |  |
| на виході з абсорбційної колони | До 40 |  |
| Тиск, МПа: |  |  |
| пара з котлів-утилізаторів | 1,4-1,55 |  |
| газів в газову турбіну | 0,53-0,56 |  |
| Концентрація продукційної кислоти, (% масових) | 56 |  |

# ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

На рисунку 4.1 представлено технологічну схему відділення конверсії аміаку цеху азотної кислоти під тиском 0,73 МПа.



1 - апарат очистки повітря; 2 - теплообмінник; 3 - газотурбінна установка; 4 - підігрівач повітря; 5 - змішувач з фільтром; 6 - контактний апарат; 7 - котел-утилізатор; 8 - фільтр аміаку; 9 - випарник аміаку; 10 – теплообмінник.

Рисунок 4.1 - Технологічна схема відділення конверсії аміаку цеху азотної кислоти під тиском 0,73 МПа

Технологічний порцес конверсії аміаку цеху виробництва неконцентрованої азотної кислоти можна умовно поділити на чотири стадії:

* підготовка повітря;
* підготовка аміаку;
* підготовка аміачно-повітряної суміші;
* контактне окиснення аміаку киснем повітря.

Атмосферне повітря проходить двоступеневу очистку від механічних домішок на фільтрах з лавсанового волокна і тканини Петрянова в апараті очистки повітря (позиція 1), після чого стискується у осьовому компресорі газотурбінної установки ГТТ - 3 ( позиція 3) до тиску 0,343 МПа нагріваючись, при цьому до температури 175 °С. Після охолодження до температури 40 - 45 °С у водяному холодильнику ( позиція 2) повітря стискується в другій ступіні турбокомпресора до кінцевого тиску 0,73 МПа, нагріваючись приблизно до 135 - 125 °С.

Стиснене повітря нагрівається нітрозними газами до температури 180 - 230 °С в підігрівачі (позиція 4) після чого повітря надходить до змішувача з фільтром (позиція 5), де відбувається утворення аміачно-повітряної суміші, котра піддається додатковій очистці. В якості фільтруючого матеріалу використовується ультратонке скловолокно в оболонці зі склотканини. Очищена аміачно-повітряна суміш надходить до контактного апарату (позиція 6), де при температурі 890 - 910 °С аміак окиснюється киснем повітря до оксиду азоту (II) на платиноїдному каталізаторі.

До надходження у змішувач (позиція 5) рідкий аміак випаровується за рахунок тепла водяної пари під тиском 0,6 - 1,6 МПа у випарнику (пози­ція 9), з котрого частина аміаку , що містить змащувальні масла, каталізаторний пил, окалину, постійно відводять до загальноцехового збірника. Температура випареного аміаку становить 30°С. Отриманий аміак проходить фільтр (позиція 8), послідовно фільтруючись через однонаправлене скловолокно в оболонці зі склотканини і картон. Потім аміак нагрівається у теплообміннику (позиція 10) до температури 100-120 °С водяною парою під тиском 0,6 МПа.

Тепло реакції окиснення аміаку використовується в котлі- утилізаторі (позиція 7) для одержання енергетичної пари з тиском 0,4 МПа і температурою 250 °С. Нітрозні гази при цьому повинні охолоджуватися до 170°С. Однак завдяки тому, що при підвищеному тиску (навіть при великих температурах) проходить процес окиснення NО до NО2, температура газів на виході з котла не стає нижче 260 °С.

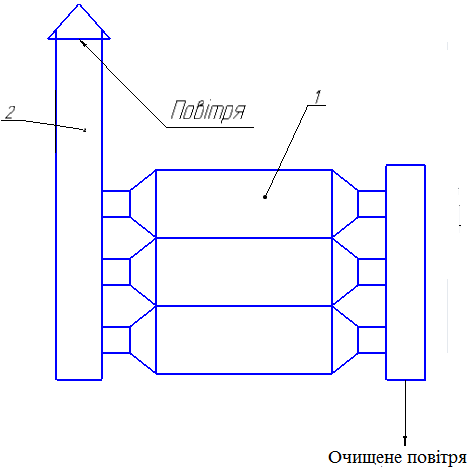
Після окиснення нітрозні гази, що утворились, проходять фільтр для вловлювання платини з насадкою з гранул оксиду кальцію, розташований після котла-утилізатора по ходу в колону окиснення нітрозних газів до NО2. Температура газів після окиснення NО підвищується до 300— 310°С, і це тепло частково використовується для підігріву повітря в теплообміннику (позиція 4). Тут нітрозні гази охолоджуються до 175 °С, а повітря нагрівається від 180 до 230 °С. Більш глибоке використання тепла нітрозних газів невигідно, тому вони охолоджуються водою в заглибному холодильнику до 50—55 °С.

У розглянутій схемі електроенергія не витрачається на технологічні нестачі, її заміняє природний газ. Електроенергія споживається в незначній кількості тільки для привода насосів, необхідних для перекачування кислоти, подачі живильної води в котли та інше. Робота цієї схеми йде без викидів в атмосферу шкідливих газів.

# 5 Характеристика ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО технологічного обладнання

# 5.1 Апарат очистки повітря

Апарат очистки повітря (рисунок 5.1) має повітрозабірну трубу камери, у якїй розміщені касети фільтрів грубої і тонкої очистки.



1- корпус з фільтрами; 2-повітрозабірна труба;

Рисунок 5.1 - Апарат очистки повітря

В якості фільтрів грубої очистки використовують фільтри типу ФЛ-1,8, фільтруючим матеріалом котрих виступає лавсанове волокно. Продуктивність фільтрів ФЛ - 1,8 становить 2000 м3/год, площа фільтрації 1,8м2, гідравлічний опір одного фільтру 20 мм. вод. ст, строк пробігу стано­вить 2 роки.

Тонка очистка повітря відбувається на фільтрах типу Д - 33 КЛ, фільтруючим матеріалом котрих виступає тканина Петрянова. Продуктивність фільтра Д - 33 КЛ складає 5000 м3/год, гідравлічний опір одного фільтру 38 мм.вод. ст., строк пробігу становить 3 роки.

В апарат очистки повітря встановлюють 60 фільтрів грубої очистки і 60 фільтрів тонкої очистки.

Розроблені до теперішнього часу теорія та методики розрахунку ізотропних волокнистих фільтруючих матеріалів дозволяють з достатньою для практики достовірністю визначати їх основні технічні характеристики.

Фракційна ефективність фільтруючого матеріалу, по суті, визначає ефективність фільтра (як пристрою), а так само ефективність і всієї системи очищення повітря.

У сучасних системах очищення робочого повітря газотурбінних двигунів в якості фільтруючих матеріалів застосовуються об'ємні фільтруючі матеріали, що мають відносно велику товщину шару (3 ... 15 мм) і низьку щільність упаковки (2 ... 5%)

Аналіз теоретичних припущень і обмежень існуючих методик показує, що для даних матеріалів розрахунок слід виконувати за методикою розробленою Кіршем, Стєчкіною і Фуксом.

В основу теорії цього методу покладена "віялова" модель фільтра.

Нижче наводяться основні формули і послідовність розрахунку фракційної ефективності фільтруючих матеріалів цим методом.

# 5.2 Методика розрахунку основного технологічного обладнання

Розрахунок фракційної ефективності фільтруючих матеріалів.

1. Коефіцієнт неоднорідності структури

де , – сила, що діє на одиницю довжини волокон в модельному фільтрі і в реальному відповідно.

,

де - гідродинамічний фактор;

,

де – щільність упаковки шару.

де - експериментально визначене значення опору фільтруючого матеріалу, н/ м2;

а – радіус волокон, мкм;

– в’язкість повітря, н∙с/м2;

u – швидкість фільтрації, м/с;

H – товщина шару волокон, м.

1. Коефіцієнт захвату торканням.

де R – радіус частинки, м.

1. Коефіцієнт захвату дифузією.

де – критерій Пекле,

де - коефіцієнт дифузії частинок, м2/с;

де - абсолютна температура повітря, К;

– стала Больцмана;

С – поправка Кенінгема,

де – довжина вільного пробігу молекул, м;

,

де – густина газу, кг/м3;

М – маса одного кіло моля, кг;

R – газова стала, Дж/(кмоль∙град).

1. Коефіцієнт захвату дифузія + торкання.
2. Коефіцієнт захвату інерцією.

де – інерційний параметр;

St – критерій Стокса.

1. Сумарний коефіцієнт захвату.
2. Коефіцієнт проскоку.

)

1. Ефективність

= 100-К

# 5.3 Розрахунок гідравлічного опору апарату очистки повітря

Вихідні дані:

|  |  |
| --- | --- |
| Продуктивність по повітрю, кг/с | 28 |
| Густина повітря при t=15 , кг/м3 | 1,266 |
| Коефіцієнт кінематичної в’язкості при t=15, м2/с | 14,56\*10-6 |
| Коефіцієнти місцевих опорів: |  |
| поворот на 90 | 1,13 |
| звуження | 0,38 |
| розширення | 0,49 |
| вхід газу в трубу | 0,25 |
| вихід газу | 1 |
| Гідравлічний опір фільтра грубої очистки, Па | 333 |
| Гідравлічний опір фільтра тонкої очистки, Па | 633 |
| Висота труби, м | 20,75 |
| Висота колектора, м | 8,5 |
| Довжина звуження (розширення), м | 2 |

Гідравлічний опір апарату розраховується за формулою:

де – гідравлічний опір, Па;

w – швидкість газу, м/с;

– густина газу, кг/м3;

– коефіцієнт тертя;

– довжина трубопроводу, м;

*–* діаметр трубопроводу, м;

– коефіцієнт місцевого опору.

1. Розрахунок гідравлічного опору повітрозабірної труби:

Площа поперечного перерізу труби:

м2

Швидкість повітря:

м/с

Критерій Рейнольдса:

коефіцієнт тертя для турбулентного режиму визначається за формулою:

Гідравлічний опір повітрозабірної труби:

1. Розрахунок гідравлічного опору ділянки звуження:

Площа поперечного перерізу:

м2

Швидкість повітря:

м/с

Критерій Рейнольдса:

Гідравлічний опір ділянки звуження:

1. Розрахунок гідравлічного опору відсіків з фільтрами:
2. Розрахунок гідравлічного опору ділянки розширення:

Площа поперечного перерізу:

Швидкість повітря:

Критерій Рейнольдса:

Гідравлічний опір ділянки розширення:

1. Гідравлічний опір колектора:

Площа поперечного перерізу:

Швидкість повітря:

Критерій Рейнольдса:

Гідравлічний опір колектора:

1. Гідравлічний опір апарату очистки повітря розраховую, як суму гідравлічних опорів окремих ділянок:

# 5.4 Розрахунок допоміжного технологічного обладнання – насоса

Розрахунок насоса для перекачування води при температурі 10 °С з закритої ємності в апарат, що працює під надмірним тиском 0,4 МПа. Витрата води Q = 0, 015 м3/с. Висота підйому води 1,1м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 5 м, на лінії нагнітання 6 м.

а) Вибір трубопроводу*.*

Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу приймемо однакову лінійну швидкість води ω, що дорівнює 2 м/с. Тоді діаметр рівний:

= 0,098 м.

Фактична швидкість води в трубі.

Приймемо, що трубопровід сталевий, корозія незначна.

б) Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

Знаходимо критерій Рейнольдса:

де μ - динамічна в'язкість води, Па·с. Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим. Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною 2·10-4 м. оді

Далі одержимо:

; ;

Таким чином в трубопроводі має місце змішане тертя (виконується умова  і розрахунок λ слід проводити по формулі:

.

При значеннях Re > 560·1/е: λ= 0,11е0,25

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

1. Вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): ξ1 = 0,5.
2. Прямоточні вентилі: для d = 0,076 м ξα = 0,6, для d = 0,10м ;

ξα = 0,5.

Інтерполяцією знаходимо для d = 0,098 і ξα = 0,58.

Умножаючи на поправочний коефіцієнт 0,945, одержуємо ξ2=0,55.

3) Відведення: коефіцієнт А = 1, коефіцієнт В = 0,09; ξ3=0,09.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії

Σξ= ξ1 + 2∙ξ2 + 4∙ξ3 = 0,5 + 1,1 + 0,36 = 1,96

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо по формулі:



де l, de - відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

Для нагнітальної лінії:

1) Відводи під кутом 120 °: А = 1,17, В = 0,09, ξ1 =0,105.

2) Відведення під кутом 90 °: ξ2 =0,09 (див. вище).

3) Вентилі: для d = 0,08 м ξ= 4,0, для d = 0,1 м ξα = 4,1. Приймаємо для

d = 0,098 м ξ3 = 4,09.

4) Вихід з труби: ξ4=1.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії

Σξ= 2ξ1 + 10ξ2 + 2ξ3 + ξ4= 2·0,105 + 10·0,09 + 2·4,09 +1 = 10,2 .

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

м

Загальні втрати напору: 

# 6 МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІДДІЛЕННЯ КОНВЕРСІЇ АМІАКА

# 6.1 Заміна повітряного фільтра

Модернізація апарата очистки повітря являє собою заміну діючих фільтрів грубої очистки (ФЛ - 1,8) і тонкої очистки ( Д - 33 KJI) на фільтри попотрійної дії ФЦ - 6 - 1,0/2 (на даному фільтрі одночасно відбувається груба, тонка і адсорбційна очистка). Необхідність заміни старих фільтрів обумовлена моральною застарілістю, низьким ступенем очистки повітря від механічних і органічних домішок, що призводить до значної втрати каталізатора за рахунок механічних домішок відповідно збільшуючи собівартість продукції та знижуючи її якість; використанням великої кількості фільтрів ФЛ - 1,8 та Д - 33 КЛ, що призводить до значного підвищення гідравлічного опору апарата очистки повітря. Заміна старих фільтрів на нові дозволяє відмовитись від використання повітрозабірної труби.

Основні технічні характеристики фільтрів ФЦ - 6 - 1,0/2 наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Технічні характеристики фільтрів ФЦ - 6 - 1,0/2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Технічні характеристики | Розмірність | Величина |
| 1 | 2 | 3 |
| Довжина фільтра | мм | 1020 |
| Зовнішній діаметр фільтра | мм | 400 |
| Внутрішній діаметр фільтра | мм | 280 |
| Матеріал першої (грубої) ступені очистки |  | синфозан |
| Матеріал другої (тонкої) ступені очистки |  | 1)БФМ - 180 |
|  |  | 2)MICROMELT |
|  |  |  |
| Загрузка фільтра (наповнювач) |  | Poret-Carbon |

# Продовження таблиці 6.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Номінальна продуктивність фільтра | кг/год | 28 |
| Ефективність очистки повітря | % | 99,7 |
| Клас фільтрації за Європейським стандартом DIN EN 779-94 |  | F7 - F9 |
| Початковий гідравлічний опір чистого фільтру | Па | 300-350 |
| Граничний гідравлічний опір фільтру | Па | 550-600 |
| Аеродинамічний опір шумоглушника | Па | 200 |
| Рівень звукового тиску на відстані 1м від входу в КПОП, не більше дБ | дБ | 80 |
| Ресурс фільтрів, не менше год | год | 16000 |
| Срок служби КПОП,не менше тис. год | год | 100 |

Фільтр ФЦ - 6 - 1,0/2 складається з каркасу і змінного трьохступінчатого фільтруючого елементу. Основою фільтруючого елементу є фільтруюча секція, котра виконана у вигляді циліндра, у нижній частині котрого є дно, а уверхній частині - фланець. Бокові стінки утворює фільтруюча штора, котра збирається з 200 гофр глибиною 55мм, завдяки щільній гофровці, що забезпечується додатковим поперечним пресуванням гофр та спеціальними дистанціюючими поясами, вдається отримати ефективну поверхню фільтруючого матеріалу, не менше 20м , що забезпечує низький початковий опір фільтра і високий ресурс. Краї шторок у днищі і у фланці заливаються пластичним матеріалом.

Каркас фільтра виконує роль несучого елемента, фільтр кріпиться за допомогою болтів М12 та спеціальних кронштейнів, герметизується спеціальним ущільнювачем.

Модернізація апрата очистки повітря може бути проведена за двома варіантами. Перший варіант реконструкції передбачає наявність труби і навідміну від існуючого апарату лише два робочі корпуси в які встановлено по 20 трьохступінчатих фільтрів типу ФЦ-6-1,0/2, що забезпечують очистку повітря, третій корпус наглухо перекривається.

Другий варіант реконструкції передбачає заміну вхідної ділянки повітряного тракту. В даному випадку відсутня повітрозабірна труба, для захисту від прямого попадання атмосферних осадів передбачено встановлення захисного козирька з боковими стінками. Для захисту від крупного пилу, пуху, комах на фланцях захисних козирьків встановлюються 10 рамних сітчатих фільтрів (в кожному корпусі апарата) . Сітчаті фільтри виконуються у вигляді касет 600\*900мм і товщиною 14 мм. Касета складається з 4 - 6 шарів трикотажного поліпропіленового полотна (ТУ 1709-09-1335-82), початковий опір не перевищує 20 Па, обслуговування полягає в періодичній продувці стисненим повітрям і промивці в розчині миючого засобу не більше ніж 1 раз за 6000 тисяч годин роботи. Повітряні фільтри вста­новлюються, як і в першому варіанті реконструкцій'.

В таблиці 8.2 приведені статистичні дані випробовування нових повітряних фільтрів ФЦ-6-1,0/2 модернізованого відділення конверсії аміаку цеху азотної кислоти. Випробовування проводились із інтенсивністю один раз в місяць на одному з агрегатів (паралельних замірів не проводилось).

Таблиця 6.2 – Статистичні дані

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | № виміру | Номер агрегата | | | |
| №5 | №6 | №7 | №8 |
| Запиленість повітря | 1 | 0,051 | 0,084 | 0,153 | 0,097 |
| 2 | 0,021 | 0,026 | 0,079 | 0,130 |
| 3 | 0,017 | 0,014 | 0,033 | 0,077 |
| 4 | 0,022 | 0,006 | 0,058 | 0,175 |
| 5 | 0,020 | 0,041 | 0,052 | 0,179 |
| 6 |  |  | 0,044 |  |
| 7 |  |  | 0,036 |  |

За час проходження переддипломної практики були проведені контрольні випробовування, з інтенсивністю 2-3 доби, на протязі двох тижнів. Необхідність цього випробовування пояснюється нестабільними результатами роботи відділення очистки повітря, що наведені табли­ці 6.2.

Проведення дослідів проводилось при наступних зовнішніх умовах:

Середня температура атмосферного повітря 15 °С

Атмосферний тиск 750 мм рт.ст.

Об’ємна швидкість повітря в газоході 10 л/с

Результати експериментальних даних наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Експериментальні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер агрегату | Дата проведення досліду | Час проведення | | Тривалість досліду, хв | Маса,г | | Маса мех. домішок, г |
| Початок досліду, г | Кінець досліду, г | Чистого  фільтра | Запиленого фільтра |
| №6 | 24.01.15-26.01.15 | 11.50 | 12.35 | 2925 | 0,0884 | 0,0895 | 0,0011 |
| №7 | 19.01.15-22.01.15 | 11.30 | 11.49 | 4339 | 0,0821 | 0,0835 | 0,0014 |
| 25.01.15-  27.01.15 | 12.45 | 11.00 | 4215 | 0,0896 | 0,0916 | 0,0020 |
| №8 | 22.01.15-24.01.15 | 11.52 | 11.43 | 2871 | 0,0920 | 0,0957 | 0,0037 |

Обробка екперементальних даних:

1. Фактор приведення об’єму газа до нормальних умов:
2. Розрахунок запиленості повітря по отриманим експериментальним даним проводиться за формулою:

де **–** вага чистого фільтра, мг**;**

– вага фільтра з пилом, мг;

– об’єм пропущеного повітря, приведений до нормальних умов, л.

Об’єм пропущеного повітря , приведений до нормальних умов, можна приблизно розрахувати за спрощеною формулою:

# Де – об’ємна швидкість газу, л/хв;

– тривалість відбору газу для аналізу, хв;

– фактор для приведення об’єму газу до нормальних умов.

Агрегат №6 (24.01.15)

Агрегат №7 (19.01.15)

Агрегат №7 (25.01.15)

Агрегат №8 (22.01.15)

Результати обробки експериментальних даних наведено у таблиці 6.4

Таблиця 6.4 – Результати обробки експериментальних даних

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Номер агрегата | | | |
| №6 | №7 | | №8 |
| Дата проведення досліду | 24.01.2015 | 19.09.2015 | 25.01.2015 | 22.01.2015 |

Продовження таблиці 6.4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Запиленість повітря, мг/м3 | 0,0402 | 0,0345 | 0,0507 | 0,1378 |
| Гідравлічний опір, кгс/см2 | 0,75 | 1,05 | 1,00 | 0,95 |
| Гідравлічний опір, Па | 0,735∙105 | 1,029∙105 | 0,98∙105 | 0,931∙105 |

Висновки по вимірам:

Виміри запиленності повітря, що проводились для порівняння агрегатів №6, 7, 8 показали, що при однакових вихідних умовах (запиленість атмос­ферного повітря, температура повітря, відносна вологість і т.д.) фільтри агрегатів №6 и №7 здійснюють очистку повітря від механічних домішок краще ніж фільтри агрегата №8 (див. таблиця 6.2 і таблица 6.4).

Були проведені мазки у повітряпроводах в місцях відбору проб (піс­ля фільтрів), котрі показали сильне забруднення повітропроводів усіх агрегатів (агрегати №6, №7, №8).

За період експлуатації фільтрів гідравлічний опір підвищився від початокового 0,50 кгс/см2 до 0,105 кгс/см2 (на агрегаті №7) і до 0,95 кгс/см2  (на агрегаті №8).

Оцінка тонкості й ефективності очищення фільтрів з параметрами розмірів аерозольних часток менше 10 мкн стандартами України не встановлені.

За рекомендацією фірми EMW (Німеччина) фільтруючий матеріал рекомендованого нами фільтра ФЦ-6-1,0/2 пройшов тестування по Європейському стандарту EN 779:2012 і було визначено якість фільтра по тонкості й ефективності очищення.

Дані наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Ефективність очистки фільтра ФЦ-6-1,0/2

|  |  |
| --- | --- |
| Розмір частинок, мкн | Ефективність очистки |
| 0,1 | 64 |
| 0,2 | 70 |
| 0,3 | 76 |
| 0,4 | 83 |
| 0,5 | 90 |
| 0,6 | 93 |
| 0,7 | 95 |
| 0,8 | 96 |
| 0,9 | 97 |
| 1,0 | 98 |
| 1,5 | 99 |
| 2,0 | 100 |
| 2,5 | 100 |
| 3,0 | 100 |
| 3,5 | 100 |
| 4,0 | 100 |
| 4,5 | 100 |
| 5,0 | 100 |

З таблиці 6.5 можна зробити висновок, що тонкість очистки частинок більших 2 мкн складає 100 %. Ефективність очистки – 99,68 %.

Ці параметри відповідають за Європейським стандартам найвищому класу F9.

Фактичні результати сорбції фільтруючого матеріалу Poret-Carbon на стадії покращення і будут вдосконалені у 2016 р.

# 6.2 **Розрахунок гідравлічного опору модернізованого** **апарата очистки повітря**

Вихідні дані:

|  |  |
| --- | --- |
| продуктивність по повітрю, кг/с | 28 |
| густина повітря при t=15 ºС, кг/м3 | 1,226 |
| коефіцієнт кінематичної в’язкості при t=15 ºС, м2/с | 14,56∙10-6 |

|  |  |
| --- | --- |
| коефіцієнти місцевих опорів: |  |
| поворот на 90º | 1,13 |
| звуження | 0,38 |
| вхід газу в трубу | 0,25 |
| вихід газу | 1 |
| гідравлічний опір фільтра ФЦ – 6-1,0/2, Па | 350 |
| гідравлічний опір рамного фільтра, Па | 20 |
| висота колектора, м | 5 |
| довжина звуження (розширення), м | 2 |

1. Гідравлічний опір захисного козирька з рамними фільтрами ( чотири секції по десять фільтрів) складає:
2. Гідравлічний опір секцій з фільтрами (сумарна кількість фільтрів 40штук):
3. Гідравлічний опір звуження модернізованого апарату очистки повітря рівний гідравлічному опору звуження розрахованому у пункті 5.3 і становить 6,8 Па.
4. Гідравлічний опір колектора розраховується:

площа поперечного перерізу:

м2

Швидкість повітря:

м/с

Критерій Рейнольдса:

коефіцієнт тертя для турбулентного режиму визначається за формулою:

Гідравлічний опір повітрозабірної труби:

1. Гідравлічний опір модернізованого апарату очистки повітря розрахову­ється, як сума місцевих гідравлічних опорів:

# 

# 7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Велика увага у хімічній промисловості приділяється комплексній механізації та автоматизації. Це обумовлено складністю і високою швидкістю протікання технологічних процесів, чутливістю їх до порушення режиму, шкідливістю умов роботи, вибухо- та пожежонебезпекою речовин,що переробляються.

Автоматизація дає можливість звільнити людину від особистої участі у виробництві, а функції керування технологічними процесами, механізмами, машинами передавати автоматичним пристроям.

Комплексна автоматизація процесів хімічної технології припускає не тільки автоматичне забезпечення нормального ходу цих процесів з використанням різних автоматичних пристроїв ( регулювання, контролю, сигналізації ), але і автоматичне керування пуском і зупинкою апаратів для монтажних робіт та в інших ситуаціях.

У виробництві некрнцентрованої азотної кислоти йде безперервний процес, тому для надійної експлуатації обладнання, підтримки оптимальних технологічних параметрів, використання обладнання на Повну Потужність застосовують системи автоматичного регулювання та контролю, що дозволяє підвйіцити безпеку роботи агрегату і поліпшує умови роботи обслуговуючого персоналу.

# 7.1 Аналіз технологічного процесу як об’єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації

На підставі аналізу технологічного процесу постають такі задачі автоматизації:

* тиску у трубопроводі 3о;
* витрати у трубопроводі 3о;
* температури у трубопроводі 3о;
* співвідношення витрат у трубопроводах 3о та 11г;
* витрати у трубопроводі 29;
* температури у трубопроводі 2;
* рівня у котлі-утилізаторі 7;
* рівня у випарнику аміаку 9;
* температури у трубопроводі 11г;
* температури на виході з теплообмінника 10.

Параметри регулювання та контролю виробництва наведені у таблиці 7.1

Таблиця 7.1 − Параметри регулювання та контролю виробництва

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Найменування стадії процесу (технологічний об’єкт), місце заміру параметра | Найменування  параметра, що вимірюється або регулюється | Норми технологічного режиму та допустимі відхилення | Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Трубопровід 3о | Тиск | 0,3....0,7 кПа | Контроль,  регулювання |
| 2 | Трубопровід 3о | Витрата | 0....16 м3 / год | Контроль,  регулювання |
| 3 | Трубопровід 3о | Температура | 180....240 °C | Контроль,  регулювання |
| 4 | Трубопроводи 3о та 11г | Співвідношення витрат | 1,5…2 | Контроль,  регулювання |
| 5 | Трубопровід 29 | Витрата | 0....16 м3 / год | Контроль,  Регулювання |
| 6 | Трубопровід 2 | Температура | 170....260 °C | Контроль,  регулювання |
| 7 | Котел-утилізатор 7 | Рівень | 3,5....5 м | Контроль,  регулювання |
| 8 | Випарник аміаку 9 | Рівень | 3,5....5 м | Контроль,  регулювання |
| 9 | Трубопроводі 11г | Температура | 30....40 °C | Контроль,  регулювання |
| 10 | Трубопроводі 11г | Температура | 100....120 °C | Контроль,  регулювання |

# 7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу

У наведеній схемі розглядається можливий варіант автоматизації процесу конверсії аміаку. Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих людських помилок, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів розроблено схему автоматизації, яка покликана вирішувати всі ці задачі.

Для контролю, реєстрування та регулювання співвідношення витрат повітря в трубопроводі 3о, витрати води в трубопроводі 1, витрати аміачно-повітряної суміші в трубопроводі 29, розроблені відповідні контури 4, 2, 5, 7, що складаються з: первинного перетворювача витрати (поз. 4-1, 2-1, 5-1, 7-1), проміжного перетворювача (поз. 4-2, 2-2, 5-2, 7-2), приладу вторинного показувального, реєструвального (поз. 4-3, 2-3, 7-3), регулювального блоку (поз. 4-4, 2-4, 7-4), пускача магнітного безконтактного нереверсивного (поз. МП4, МП2, МП6), виконавчого механізму (поз. 4-5, 2-5, 7-5).

Для контролю, реєстрування та регулювання температури в трубопроводі 3о, трубопроводі 2, в трубопроводі 11г на виході з фільтра аміаку 8, в трубопроводі 11г на виході з теплообмінника 10, розроблені контури, які складаються відповідно з: термоперетворювача температури (поз. 3-1, 6-1, 10-1, 11-1), автоматичного показувального і ре­є­с­трувального вторинного при­­ладу (поз. 3-2, 6-2, 10-2, 11-2), мікропроцесорного регулятора (поз. 3-3, 6-3, 10-3, 11-3), пускача магнітного безконтактного нереверсивного (поз. МП3, МП5, МП7, МП8), виконавчого механізму (поз. 3-4, 6-4, 10-4, 11-4).

Для контролю, реєстрування та регулювання рівня в котлі-утилізаторі 7 та випарнику аміаку 9 розроблені відповідні контури 8, 9, які складаються з рівнеміра буйкового з пневматичним передавальним перетворювачем (поз. 8-1, 9-1), пневматичного показувального і реєструвального приладу (поз. 8-2, 9-2), регулятора пневматичного, пропорційно-інтегрального (поз. 8-3, 9-3), виконавчого механізму (поз. 8-4, 9-4).

Для контролю, реєстрування та регулювання тиску в трубопроводі 3о розроблено контур 1, який складаються з вимірювального тензоперетворювача тиску (поз. 1-1), автоматичного показувального і ре­є­с­трувального вторинного при­­ладу (поз. 1-2), мікропроцесорного регулятора (поз. 1-3), пускача магнітного безконтактного нереверсивного (поз. МП1), виконавчого механізму (поз. 1-4).

Висновки:

У цьому розділі пояснювальної записки на підставі аналізу технологічної схеми, норм технологічного режиму та апаратурного оформлення технологічного процесу визначено необхідний рівень автоматизації виробництва, а також розроблена спрямована на його забезпечення схема автоматизації.

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛЕННЯ СИНТЕЗУ АМІАКУ

Метою дипломного проекту є вдосконалення системи очистки повітря в цеху виробництва азотної кислоти (розглядається схема відділення синтезу аміаку). Для цього планується встановити замість діючих у виробництві слабкої азотної кислоти фільтрів грубої очистки ФЛ – 1,8 і тонкої очистки Д – 33 КЛ на сучасні високоефективні повітряні фільтри потрійної дії типу ФЦ-6-1,0/2 (на даному фільтрі відбувається одночасно груба, тонка і адсорбційна очистка). Необхідність заміни старих фільтрів обумовлена моральною застарілістю, низьким ступенем очистки повітря від механічних домішок, що призводить до значної втрати каталізатора відповідно збільшуючи собівартість продукції та знижуючи її якість.

Для впровадження нового технічного рішення необхідно:

* Розробити робочу та експлуатаційну документацію;
* Виготовлення фільтрів тонкої очистки повітря;
* Виготовлення деталей та вузлів знову встановлюваних металоконструкцій;
* Демонтаж існуючої системи очистки;
* монтаж знову встановлюваних деталей та вузлів металоконструкцій;
* налагодження повітряних фільтрів нової системи очистки повітря.

Цей захід дозволить радикально спростити конструкцію повітрозабірного тракту агрегату, спростити експлуатацію системи очистки повітря, знизити експлуатаційні витрати при істотно більш високому, в порівнянні з існуючою системою очистки, ресурсі і ефективності очистки повітря. Завданням розділу є розрахунок та порівняння собівартості очищеного повітря до модернізації відділу, та після.

# 8.1 Економічні розрахунки собівартості очищеного повітря до реконструкції

Розрахунок витрат – базується на нормах витрат, встановлених галузевими нормативами, стандартами та технологічними регламентами підприємств, обраним технологічним рішенням, а саме регламентом теплової електростанції.

Виходячи з того, що продуктивність відділу задано 72 000 кг/год, продуктивність за рік складатиме 622 080 000 кг/рік.

У таблиці 7.1 наведена вартість основних фондів, до яких входять затрати на обладнання та приміщення з суми яких вираховуємо амортизаційні відрахування.

Таблиця 8.1 – Вартість основних засобів відділення синтезу аміаку до реконструкції.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Основні фонди | Кількість  одиниць | Вартість, грн/од. |
| 1 | 2 | 3 |
| Апарат очистки повітря | 1 | 200 000 |
| Фільтраційна установка (ФЛ-1,8 та Д-33КЛ) | 40 | 2600 |
| Теплообмінник | 2 | 500 000 |
| Газотурбінна установка | 1 | 725 000 |
| Підігрівач повітря | 1 | 20 000 |
| Змішувач з фільтром | 1 | 200 000 |
| Контактний апарат | 1 | 1 500 000 |
| Котел-утилізатор | 1 | 800 000 |
| Фільтр аміаку | 1 | 100 000 |
| Випарник аміаку | 1 | 300 000 |
| Площа відділення |  | 2 000 000 |

Виходячи з даних, вказаних у таблиці 7.1 вартість основних фондів відділення попередньо очищеної води становить:

ОФ = 6 949 000 грн

Час експлуатації ресурсів 5 роки, норму амортизації рахуємо за формулою :

На = 1 / 5 ∙ 100% = 20%

Тоді амортизаційні виплати становлять 20% від вартості основних фондів:

А =6 949 000 ∙ 0,2 = 1 389 800 грн/рік

Підприємство працює цілодобово та без вихідних і споживає у середньому 2500 кВт за годину, оскільки потужність більше 30 кВт/год маємо другий клас напруги.

Ціна 1кВт = 1,5 грн – денний час; в нічний час: 1кВт = 1 грн.

За формулою розраховуємо річну витрату відділення на електроенергію:

Вел.ен = (365 ∙ 24 / 2) ∙ 1,5 ∙ 2500 + (365 ∙ 24 / 2) ∙ 1 ∙ 2500 =

= 27 375 000 грн/рік

Враховуючи 20% ПДВ виходить 32 850 000 грн/рік.

У таблиці 8.2 перерахований персонал, що працює у відділі та їх заробітна плата в місяць.

Таблиця 8.2 – Заробітна плата персоналу відділення очистки повітря

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Посада | Кількість | Заробітня плата рн./міс |
| Головний інженер | 1 | 10 000 |
| Головний технолог | 1 | 8 000 |
| Робітники цеху синтезу аміаку | 16 | 3000∙16=48 000 |
| Продовження таблиці 8.2 |  |  |
| Механік | 2 | 3 000·2=6 000 |
| Прибиральниця | 2 | 2 500·2=5 000 |
| Апаратник | 4 | 4 000·4=16 000 |
| Охоронець | 2 | 2 500·2=5 000 |

Сума всіх нарахувань на заробітну плату складає фонд оплати праці:

ФОП = 98 000∙ 12 ∙ 1,37= 1 611 120 грн/рік

де 1,37 – це єдиний соціальний внесок в Україні.

У таблиці 8.3 викладено витрати на сировину та допоміжні матеріали в рік.

Таблиця 8.3 – Витрати на сировину та матеріали

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва | Кількість | Вартість, грн/рік |
| Лавсанове волокно | 400 м3/рік | 52 000 |
| Тканина Петрянова | 400 м3/рік | 16 000 |
| Фільтруюча секція | 40 шт/рік | 400 000 |
| Пластичний матеріал | 5 кг/рік | 5 000 |

Всього в рік витрачається на сировину та матеріали 473 000 грн/рік.

На основі вище перерахованого складаємо таблицю оборотних засобів (таблиця 8.4) де вносимо витрати на електроенергетику, сировину та матеріали, фонд оплати праці.

Таблиця 8.4 – Оборотні засоби відділення синтезу аміаку

|  |  |
| --- | --- |
| Назва витрат | грн/рік |
| Електроенергія | 32 850 000 |
| Фонд оплати праці | 1 611 120 |
| Сировина та реагенти | 473 000 |
| Сума | 34 934 120 |

Виходячи з проведених розрахунків обчислюємо річну собівартість продукції за формулою 8.4:

С =34 934 120+ 1 389 800 = 36 323 920 грн,

Отже собівартість одного кг очищеного повітря становить:

Содн = 36 323 920 грн / 622 080 000 = 0,0584 грн/кг.

Висновок: У даному розділі була розрахована собівартість очищеного повітря до модернізації цеху, вона склала 0,0583 грн/кг при середньорічній собівартості 36 323 920 грн.

## **8.2 Розрахунок техніко-економічних показників до реконструкції***.*

Річна собівартість продукції:

С = ОбК + А = 34 934 120+ 1 389 800 = 36 323 920 грн.

Капіталовкладення:

К = ОФ+ОбК = 6 949 000 + 34 934 120= 41 883 120 грн.

# 8.3 Економічні розрахунки собівартості підготовки очищеної води після реконструкції

Таблиця 8.5 – Вартість основних засобів відділення синтезу аміаку після реконструкції

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Основні фонди | Кількість  одиниць | Вартість, грн/од. |
| 1 | 2 | 3 |
| Апарат очистки повітря | 1 | 200 000 |
| Фільтраційна установка (ФЦ – 6 – 1,0/2) | 40 | 2200 |
| Теплообмінник | 2 | 500 000 |
| Газотурбінна установка | 1 | 725 000 |
| Продовження таблиці 8.5 |  |  |
| Підігрівач повітря | 1 | 20 000 |
| Змішувач з фільтром | 1 | 200 000 |
| Контактний апарат | 1 | 1 500 000 |
| Котел-утилізатор | 1 | 800 000 |
| Фільтр аміаку | 1 | 100 000 |
| Випарник аміаку | 1 | 300 000 |
| Площа відділення |  | 2 000 000 |

Виходячи з даних, вказаних у таблиці 8.5 вартість основних фондів відділення попередньо очищеної води становить:

ОФ = 6 933 000 грн

Час експлуатації ресурсів 5 років, норму амортизації рахуємо за формулою 8.1:

На = 1 / 5 ∙ 100% = 20%

Тоді амортизаційні виплати становлять 20% від вартості основних фондів:

А =6 933 000∙ 0,2 = 1 386 600 грн/рік

Підприємство працює цілодобово та без вихідних і споживає у середньому 2500 кВт за годину, оскільки потужність більше 30 кВт/год маємо другий клас напруги.

Ціна 1кВт = 1,5 грн – денний час; в нічний час: 1кВт = 1 грн.

За формулою розраховуємо річну витрату відділення на електроенергію:

Вел.ен = (365 ∙ 24 / 2) ∙ 1,5 ∙ 2500 + (365 ∙ 24 / 2) ∙ 1 ∙ 2500 =

= 27 375 000 грн/рік

Враховуючи 20% ПДВ виходить 32 850 000 грн/рік.

У таблиці 8.6 перерахований персонал, що працює у відділі та їх заробітна плата в місяць.

Таблиця 8.6 – Заробітна плата персоналу відділення синтезу аміаку

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Посада | Кількість | Заробітня плата грн/міс |
| Головний інженер | 1 | 10 000 |
| Головний технолог | 1 | 8 000 |
| Робітники цеху синтезу аміаку | 16 | 3 000·15=48 000 |
| Механік | 2 | 3 000·2=6 000 |
| Прибиральниця | 2 | 2 500·2=5 000 |
| Апаратник | 4 | 4 000·4=16 000 |
| Охоронець | 2 | 2 500·2=5 000 |

Сума всіх нарахувань на заробітну плату складає фонд оплати праці:

ФОП = 98 000∙ 12 ∙ 1,37= 1 611 120 грн/рік

де 1,37 – це єдиний соціальний внесок в Україні.

У таблиці 8.7 викладено витрати на сировину та допоміжні матеріали в рік.

Таблиця 8.7 – Витрати на сировину та матеріали

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва | Кількість | Вартість, грн/рік |
| Синфозан | 400 м3/рік | 250 000 |
| БМФ – 180 | 400 м3/рік | 30 000 |
| Poret - Carbon |  | 100 000 |
| Ущільнювач | 5 кг/рік | 5 000 |

Для очистки фільтрів необхідно 30 000 кгповітря, але будемо використовувати власне очищене повітря. Річні витрати на повітря за собівартістю власної очистки становитимуть близько 660 грн.

Всього в рік витрачається на сировину та матеріали 385 000 грн/рік.

На основі вище перерахованого складаємо таблицю оборотних засобів (таблиця 8.8) де вносимо витрати на електроенергетику, сировину та матеріали, фонд оплати праці.

Таблиця 8.8 – Оборотні засоби відділення синтезу аміаку

|  |  |
| --- | --- |
| Назва витрат | грн/рік |
| Електроенергія | 32 850 000 |
| Фонд оплати праці | 1 611 120 |
| Сировина та реагенти | 385 000 |
| Сума | 34 846 120 |

Виходячи з проведених розрахунків обчислюємо річну собівартість продукції за формулою 8.4:

С =34 846 120+ 1 386 600 = 36 232 720 грн,

Отже собівартість одного кг очищеного повітря становить:

Содн = 36 232 720 грн / 622 080 000 = 0,0582 грн/кг.

Висновок: У даному розділі була розрахована собівартість очищеного повітря після модернізації цеху, вона склала 0,0582 грн/кг при середньорічній собівартості 36 232 720 грн.

# **8.4  Розрахунок   техніко-економічних  показників  після реконструкції***.*

Річна собівартість продукції:

С = ОбК + А = 34 846 120+ 1 386 600 = 36 232 720 грн/рік.

Капіталовкладення:

К = ОФ+ОбК = 6 933 000+ 34 846 120= 41 779 120 грн.

Таблиця 8.9 – Порівняння техніко-економічних показників до реконструкції цеха та після

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показник | Значення до реконструкції | Значення після реконструкції |
| Річний випуск продукції, грн. | В = 622 080 000 | В = 622 080 000 |
| Капіталовкладення, грн. | К = 41 883 120 | К = 41 779 120 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Загальна собівартість продукції, грн.  У тому числі:   * Основні фонди * Амортизація * Оборотні засоби   У тому числі:   * Електроенергія * Фонд оплати праці   Продовження таблиці 7.9 | С = 36 232 720  ОФ = 6 949 000  А = 1 389 800  ОбЗ = 34 934 120  Ве/е =32 850 000  ФОП = 1 611 120 | С = 36 232 720  ОФ = 6 933 000  А = 1 389 800  ОбЗ = 34 846 120  Ве/е =32 850 000  ФОП = 1 611 120 |
| * Сировина і матеріали | 473 000 | 385 000 |
| Собівартість на одиницю продукції, грн | Сод.= 0,0584 | Сод.= 0,0582 |

Висновок: Порахувавши техніко-економічні показники до та після модернізації відділення синтезу аміаку (зокрема системи очистки повітря) можна сказати, що дана реконструкція є економічно доцільною. Зниження собівартості очищеного повітря та підвищення ступеня його очистки пов’язане саме з заміною фільтрів подвійної дії на високоефективні фільтри потрійної дії, що дають змогу проводити більш глибоку очистку від механічних, органічних та газоподібних забруднень.

До переваг даного рішення можна віднести зменшення собівартості та вищу якість повітря після очищення. Ще велику роль грає те, що ми будемо економити ресурси на подальших стадіях, які б ми використовували у першому випадку, та зменшимо збитки на ремонт подальшого обладнання.

# 9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему відділення конверсії аміаку можна прийти до висновку, що на виробництві використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, до складу яких входять: агресивні рідини, токсичні і горючі гази (аміак, оксиди азоту, пари азотної кислоти, природний газ, аміачно-повітряна суміш, азотоводнева суміш), тиск, висока температура в апаратах трубопроводів, пожежонебезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна, теплова енергії, енергія стисненого газу та хімічних реакцій.

Експериментальна частина проекту була виконана з дотримуванням вимог охорони праці.

В даному розділі на основі даних атестації робочого місця експериментатора розроблені заходи, напрямлені на вдосконалення умов праці та пожежної профілактики у хімічній лабораторії.

# 9.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів в умовах виконання експериментальної частини проекту. Заходи з охорони праці.

# 9.1.1 Мікроклімат робочої зони

Експериментальна частина проекту виконувалась у холодний період року. Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 визначено категорію робіт, що виконувались в лабораторії. Наведені значення параметрів мікроклімату, прийняті проектом. Фактичні значення наведені за даними карти умов праці на робочому місці експериментатора в лабораторії.

Порівнявши дані, які наведені в таблиці 9.1, можна зробити висновок, що мікроклімат у лабораторії не повністю відповідає санітарним нормам. Температура у приміщенні менша від гранично допустимої.

Таблиця 9.1 – Оптимальні, допустимі та фактичні норми мікроклімату (холодний період року)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категорія робіт | Температура повітря, °С | | | Відносна вологість, % | | | Швидкість руху повітря, м/с, не більше | | |
| Опти- мальна | Допус-  тима | Фак-  тична | Опти-  мальна | Допус-  тима | Фак-  тична | Опти-  мальна | Допус-  тима | Фак-  тична |
| ІІа | 22-24 | 21-25 | 16-18 | 60-40 | 75 | 77 | 0,1 | ≤0,1 | 0,2 |
| ІІб | 21-23 | 20-24 | 60-40 | 75 | 0,1 | ≤0,2 |
| ІІІа | 19-21 | 17-23 | 60-40 | 75 | 0,2 | ≤0,3 |
| ІІІб | 17-19 | 15-21 | 60-40 | 75 | 0,2 | ≤0,4 |
| ІІІІ | 16-18 | 13-19 | 60-40 | 75 | 0,3 | ≤0,5 |

Допустима температура зовнішньої поверхні обладнання:

Т = Топт + 2°С =23+2=25 °С (9.1)

У хімічній лабораторії - штучна вентиляційна система загальнообмінного типу, яка забезпечує створення необхідного мікроклімату повітряного середовища по всьому об’ємі робочої зони приміщення. У лабораторії встановлена витяжна шафа, що представляє собою ковпак з великою ємністю, під яким проводяться роботи зі шкідливими речовинами. Швидкість повітря, яке всмоктується витяжною шафою через робочий отвір, повинно бути не менше 0,5-0,7 м/с при видаленні пару та газу, які малотоксичні, та 1-1,5 м/с при видаленні сильнодіючих шкідливих речовин. Під час проведення експериментальної частини роботи швидкість становила 0,6 м/с.

Температуру повітря необхідно вимірювати термометром на висоті 1,5 м від підлоги (при роботі стоячи) і на відстані не менше 1 м від зовнішніх стін, нагрівальних приладів та інших джерел тепла. Відносну вологість визначають психрометрами. Їх діапазон вимірювання - температура повітря 10 - 40 °С. При низьких температурах використовують гігрометри. Для вимірювання швидкості руху повітря використовують анемометри із швидкістю повітряного потоку 0,3-5 м/с.

Коротка санітарна характеристика експериментальної лабораторії наведена у таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 –Санітарна характеристика експериментальної лабораторії

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва виробничої дільниці,  лабораторії, установки | Шкідливі речовини, що виділяються | Група шкідливої речовини,  характеристика шкідливого впливу | ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої  зони, мг/м3 | Клас небезпечності шкідливої речовини | Засоби індивідуального захисту | Засоби долікарняної допомоги | Методи контролю вмісту шкідливих  речовин у повітрі робочої зони | Клас підприємства згідно з СН 254-71 | Санітарна група виробничого процесу  згідно з ДБН 2.09.04-87 |
| Лабораторія ТНР та ЗХТ  НТУУ «КПІ» | Аміак | 4група шкідливості. Викликає подразнення шкіри  та  слизової оболонки  очей | <<20 | IV | Захисний костюм,  гумові рукавички, протигаз | Змити проточною водою | Гнучкі кольорові індикатори | V | II |

Продовження таблиці 9.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лабораторія ТНР та ЗХТ НТУУ «КПІ» | Оксиди азоту | 3група шкідливості. Викликає подразнення дихальних шляхів  та  слизової оболонки  очей | <5 | ІІІ | Хімічий халат, герметичні окуляри  гумові рукавички, респіратор | Вентиляція  легеней киснем,  уражені  місця промити водою | Газоаналізатор ФК-450 | V | II |
| Азотна кислота | 3група шкідливості. Викликає сильні опіки шкіри ІV ступеня, інгаляційні ураження. | <2 | III | Спец. одяг, респіратор, засіб  захисту обличчя та очей | Видалення хімічної речовини з ураженої поверхні, промити водою, охолодження ураженої ділянки. | Газоаналізатор типу УГ-2 | V | II |

# 9.1.2 Виробниче освітлення

У приміщенні лабораторії згідно ДБН В.2.5 – 28 – 2006 роботи належать за зоровими умовами до IVа розряду. У лабораторії використовується природне бокове освітлення та штучне загальне освітлення.

Санітарні норми параметрів освітлення наведені в таблиці 9.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика зорової роботи | Розряд зорової роботи | Штучне освітлення | | Природне освітлення | | Суміщене освітлення | |
| Освітленість, лк | | КПО, ен, % | | | |
| При системі комбінованого освітлення | При системі загального освітлення | При верхньому або комбінованому освітленні | При боковому освітленні | При верхньому або комбінованому освітленні | При боковому освітленні |
| Середньої  точності | IVа | 750 | 300 | 4 | 1,5 | 2,4 | 0,9 |

Таблиця 9.3 – Санітарні норми і фактичні значення параметрів освітлення

В якості джерел штучного освітлення використовуються люмінесцентні світильники ВОД з лампами ЛБ, які розміщені у верхній зоні приміщення для здійснення загального рівномірного та загального локалізованого освітлення.

Для виконання ремонтних робіт передбачено переносні електричні світильники напругою 12 В. БП-62В (потужністю 15 Вт).

Дані світильники за своєю будовою являються захищеними від пилу, вологи і хімічно активного середовища.

Для вимірювання та контролю освітленості в приміщеннях передбачено люксметри Ю-117 з періодичністю вимірювання 1 раз на рік та після заміни ламп.

Заходи для покращення виробничого освітлення у лабораторії:

* очищення (миття) віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік;
* заміна вікон з плетіннями на суцільні.

# 9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Основне технологічне обладнання лабораторії практично безшумне. Джерелом шуму є періодична робота витяжних шаф, оскільки швидкість повітря, що видаляється через шафу з лабораторії є достатньо високою.

Виробничий шум та вібрація повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6-037-99 та ДСН 3.3.6-039-99.

## Згідно ДСН 3.3.6-037-99 шум в лабораторії не повинен перевищувати 60 дБА. На території лабораторії рівень шуму складає 15 дБА, який не перевищує допустимі норми. Для зменшення шуму обладнання, що виникає при їхній роботі роботою передбачено встановити його на шумопоглинальних і віброгасильних фундаментах.

Для контролю шуму використовують шумоміри.

# 9.1.4 Електробезпека

Небезпека ураження електричним струмом може виникнути в результаті дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилося під напругою, в результаті порушення ізоляції, через електричну дугу.

У лабораторії використовується електрообладнання, яке живиться від трьохфазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму напруги 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Напруга переносних ламп не вище 36 В. Для переносних електроінструментів застосовують малі напруги. Передбачено спецодяг: діелектричні рукавички,боти.

Найбільш типовими є два випадки замикання через тіло людини: коли людина одночасно торкається двох дротів (двохфазне торкання).

Розраховуємо силу струму, що проходить крізь тіло людини при одно- і двофазному дотику до струмопровідних елементів, що перебувають під напругою за наступними формулами:

, (8.2)

, (8.3)

де Rл – опір тіла людини, Rл =(2÷4) кОм;

R0 – опір заземлення нейтралі джерела струму, R0 = 4 Ом;

Іл – електричний струм, який проходить через людину, мА;

Uф – фазова напруга, Uф = 220 В.

Згідно з ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустимі значення становлять: Іл = 6 мА і Uд = 36 В змінного струму в аварійному режимі при τ > 1 с та Іл = 0,3 мА і Uд = 2 В при нормальному режимі при τ ≤ 10 хв/добу.

Rл = 2000 Ом.

Тоді згідно з рівняннями (9.2) – (9.3):

, (9.4)

. (9.5)

Розраховані значення Іл і Uд значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог правил будови електрообладнання у приміщенні лабораторії можливі електротравми з тяжкими наслідками.

Таким чином, в умовах лабораторій небезпечною є дія на людину будь-якого відчутного струму, тому необхідно захищати всі струмоведучі частини обладнання від випадкового дотику. У витяжній шафі мережеві шнури з поліхлорвініловою ізоляцією по всій довжині захищені резиновим шлангом.

Для забезпечення електробезпеки використовуються окремо чи у поєднанні один з одним такі способи та засоби:

* електроізоляція струмоведучих частин;
* електрозахисні засоби: діелектричний коврик, діелектричні рукавиці,

діелектричне взуття, ізолювальні підставки, плакати та знаки безпеки;

* захисне відключення електроустановок при виникненні в них небезпеки ураження струмом.

Вимірювання опору заземлюючих пристроїв проводиться щорічно. Опір ізоляції перевіряється один раз в 3 роки.

# 9.1.5 Безпека експериментальної частини

Експериментальна частина проекту виконувалася в лабораторії 162 корпусу №4 НТУУ «КПІ». В лабораторії знаходиться скляний посуд і хімічні реактиви. При порушенні правил роботи з ним можливі механічні порізи шкіри, опіки і т.д.

З метою забезпечення безпеки працівника при проведенні експериментів необхідно дотримуватись наступних вимог:

* проводити всі роботи у спеціальному халаті;
* зберігати реактиви підписаними та хімічний посуд в окремих шафах;
* вимикати електроенергію і воду в кінці кожного робочого дня;
* наявність медичних аптечок.

Порядок допуску персоналу до самостійної роботи в хімічній лабораторії: до самостійної роботи в хімічній лабораторії допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, професійно навчені, пройшли вступний первинний інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки, засвоїли методики виконання науково-дослідної роботи.

# 9.1.6 Атестація робочого місця за умовами праці

У процесі роботи у лабораторії проведена атестація робочого місця за умовами праці, результати наведені у таблиці 9.4.

Сума значень факторів виробничого середовища , балів – 4. Розмір доплати за умови праці – 8%. Робоче місце підлягає раціоналізації, умови праці – шкідливі.

Таблиця 9.4 – Карта умов праці на робочому місці експериментатора лабораторії

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактори виробничого середовища | Норматив ГДК | Фактичне значення | Ступінь шкідливості фактора, балів | Тривалість за зміну, | Шкідливість фактична (Х), балів |
| Шкідливі хімічні речовини мг/м3:   * гума * дерево | <20  <20 | За експрес оцінкою | 1  1 | 1  1 | 1  1 |
| Продовження таблиці 9.4 | |  |  |  |  |
| Мікроклімат у приміщенні:   * температура повітря, о С; * швидкість руху повітря, м/с; * відносна вологість повітря, % | 17-19  0,2  75 | 16-18  0,2  77 | 1  -  1 | 1  -  1 | 1  -  1 |
| Освітленість у приміщенні, лк | 300 | 300 | - | 0,5 | - |

# 9.2 Пожежна безпека

В лабораторії знаходяться горючі матеріали: органічні речовини, меблі, вікна, двері, електрообладнання.

Причинами виникнення загорання і вибуху в приміщенні лабораторії можуть бути: коротке замикання при пошкодженні електроізоляції електрообладнання; занесення в приміщення високих потенціалів блискавки через видовжені елементи конструкцій; прямий удар блискавки в об’єкт.

У лабораторії застосовуються такі заходи і засоби для усунення причин виникнення загорання і вибуху:

* застосування первинних засобів гасіння пожеж – вогнегасників;
* блискавкозахист за допомогою стрижньового блискавковідводу;
* аварійне відключення установок у випадку виникнення загорання;
* використання засобів колективного захисту від статичної електрики згідно з ГОСТ 12.4.124-83, а саме використовується відвід зарядів за допомогою заземлення.

З метою зменшення пожежної небезпеки всі конструкції виконані на

90 % з негорючих матеріалів. Електропроводка проведена ззовні витяжної шафи, вимикачі та розетки також знаходяться поза витяжною шафою.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведені в таблиці 9.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Реагенти що вико-ристовують у ви-  робництві | Агрега-тний стан ре-човини за н.у. | Показники пожежо-  та вибухонебезпеки | | | Вогне-гасні засоби | Категорія примі-щення за ОНТП  24 - 86 | Клас примі-щення (зони) і зовніш-ніх уста-новок за ПУЕ | Категорія  об'єкту і тип зони  за устро-єм бли-скавко-захисту згідно СН 305 - 77 |
| Горю-чість | Темпера-тура спалаху-вання,°С | Темпе-рату-  ра са-моспалахування, °С |
| Гума  (ізоляція, одяг) | Тв | Горить | 220 | 400 | ОХП-10 |  |  |  |
| Дерево | Тв | Легкогорюче | - | 270-280 | Вода, піна | Б | - | ІІІа |

# ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

Метою даної дипломної роботи є вдосконалення системи очистки повітря цеху виробництва неконцентрованої азотної кислоти на ВАТ «Рівнеазот». Але її виробництво пов'язане з деякими викидами в довкілля, тому що як такого, цілком безвідходного виробництва в техногенних системах у чистому вигляді не зустрічається; усе одно є відходи енергії, тверді і рідкі відходи, що залишаються в процесі їхньої переробки.

## 10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів

Відходами виробництва азотної кислоти є наступні речовини []:

* шкідливі гази:
* аміак;
* оксид вуглецю;
* двоокис вуглецю.
* відпрацьовані каталізатори;
* стічні води.

Тверді відходи-це відходи відпрацьованих каталізаторів, побутові відходи (макулатура, харчові відходи), промислове сміття (промаслене ганчір'я), відходи обрізування при виконанні ремонтних робіт (недогарки електродів, металів, прокладочний матеріал, сальникова набивка).

Рідкі відходи-це відходи відпрацьованих масел і водні хімзабруднення, утворені при змиві проток азотної кислоти і при промивці апаратів під час виведення обладнання на ремонт.

Стоки з цеху виводяться за трьома видами каналізацій: хімзабрудненою, промзливовою, госпфекальною.

У каналізацію промзливових стічних вод надходять: скидні води з бака-барботера, внутрішні водостоки з дахів виробничого корпусу відділень конверсії та турбокомпресїі, від питних фонтанчиків, атмосферні опади, зливові стоки з блоку побутових і допоміжних приміщень, з лотка насоса.

У госпфекальну каналізацію скидаються стоки з виробничого та побутового корпусу.

На складі азотної кислоти передбачена безстічна схема. Каналізаційні колектори і колодязі відсутні. Протоки кислоти і змивні води з насосних складів збираються в дренажних баках, звідки насосами відкачуються в сховища складу.

Протоки кислоти зі сховищ азотної кислоти збираються в піддонах і далі насосами можуть бути відкачані в сховища.

В таблиці 9.1 наведена характеристика стічних вод, що утворюються в процесі виробництва неконцентрованої азотної кислоти.

Таблиця 10.1 – Характеристика стічних вод, що утворюються

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування стоку і шкідливих речовин в нім, апарат, стадія | Куди скидаються | Кількість | | Періодичність | Характеристика стоків | | |
| Склад стоків | | Допустима кількість  шк.р-н  кг/добу |
| м3 | м3 | Найменування  показника  одиниця  вимірювання | Значення  показника |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Вода безперервних продувань котлів-утилізаторів, охолоджена фільтрованою водою. Розширювач безперервних продувань  – солі (солеконцетровані) в перерахунку на хлорид натрію)  -рН при 25ºС | Промислова каналізація  Колодязь | 1, 6 | 38, 4 | Безперервно | Масова  концентрація  мг/дм3 | Не більше 2000  Не більше 11, 8 |  |
| Зливні води з відділення (після охолодження газоаналізаторів, періодичних продувань котлів-утилізаторів):  - азот амонійний  - азот нітратний  - рН  - плівка олії  - забарвлення і плаваючі домішки | Промислова каналізація  Колодязь | 0, 3 | 7, 2 | Безперервно | Масова концентрація мг/дм3  Масова концентрація, мг/дм3 | не більше 2, 4  не більше 11, 4  6, 5-9, 5  Відсутність  Відсутність | 0, 017  0, 082 |
| Стічні води (охолоджувальна вода з холодильника відбору проб поживної води, відкачування води з приямка стічних вод)  - азот амонійний  - азот нітратний  - рН  - плівка олії  - забарвлення і плаваючі домішки | Промислово  брудна каналізація на перекачування  Колодязь | 20 | 480 | Безперервно | Масова концентрація  мг/дм3  Масова концентрація мг/дм3 | Не більше 5  не більше 80  3, 0-9, 5  Відсутність  Відсутність | 2, 4  38, 4 |
| Води, що змивають, із складу азотної кислоти  - азот амонійний  - азот нітратний  - рН  - плівка олії  - забарвлення і плаваючі домішки | Промислово-брудна каналізація на перекачування | 0, 01 | 0, 24 | Періодично | Масова концентрація мг/дм3  Масова концентрація мг/дм3 | не більше 5  не більше 80  3, 0-9, 5  відсутні  відсутні | 0, 0012  0, 0192 |

В таблиці 10.2 наведена характеристика твердих відходів, що утворюються в процесі виробництва неконцентрованої азотної кислоти.

Таблиця 10.2 – Характеристика твердих відходів, що утворюються

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування  Відходів | Де складується: транспорт, тара | Кількість | | | Періодич-  ність |
| г/тонни | кг/добу | тонна/рік |
|  |  |  |
| Каталізатор алюмінованадієвий АВК-10М відпрацьований | Вирушає на утилізацію іншим підприємствам | 6, 9 |  |  | через 3 роки 3, 5 тонни від одного агрегату УКЛ- 7 |
| Забруднений елемент Ф- 1, 8, що фільтрує, з лавсановим волокном | Вивозиться на накопичувач твердих відходів | 0, 0005 пакету |  | 5, 24 | капремонт агрегатів |
| Забруднений елемент Ф-33-КЛ, що фільтрує, з тканиною Петрянова |  | 0, 0005  пакет |  |  |  |
| Відпрацьована склотканина  ГОСТ 10146-74 ширина 100мм |  | 0, 004п. м. |  |  |  |
| Олія турбінна марки Т- 22 або компресорне марки КП-8С | Вивозиться в цех регенерації олій | 42 |  | 10, 8 |  |

## Можливі варіанти екологізації виробництва

Важливим сучасним напрямком екологізації є утилізація, тобто повторне використання відходів. Найбільш важливий захід це регенерація первинних відходів, тобто залишення їх у циклі виробництва з метою додаткової переробки і вилучення невикористаних елементів або сполук.

Для даного підприємства можливими можуть буди наступні шляхи екологізації:

**Поховання відходів** відноситься до найбільш поширеного засобу їхньої утилізації. В Україні таким способом утилізується до 98 % міських відходів. З цією метою відчужуються тисячі гектарів не тільки пустошів, але і родючих земель.

Нейтралізація застосовується для обробки виробничих стічних вод, що містять луги і кислоти. Вона здійснюється з метою попередження корозії матеріалів мереж водовідводу і очисних споруд, порушення біохімічних процесів у біологічних окисниках і водоймах. В основному застосовуються такі засоби нейтралізації: взаємна нейтралізація кислих і лужних стоків; нейтралізація реагентами (розчини кислот, негашене вапно, кальцинована сода, аміак).

# Обране рішення та екологічний моніторинг

В даній промисловості тверді відходи збирають у контейнери і відправляють на переробку, або на поховання.

Відходи відпрацьованих масел збирають у баки для відпрацьованого масла, потім їх відправляють на регенерацію. Хімзабруднені води збирають у нейтралізатори, де проводять нейтралізацію присутньої в них азотної кислоти. Далі, шляхом розведення водою доводять вміст шкідливих речовин у водних стоках до норми, після чого зливають в хімзабруднену каналізацію для подальшої біохімічної очистки.

Постійних технологічних стоків з цеху в хімзабруднену каналізацію немає.

Для запобігання загазованості території підприємства та оточуючих житлових кварталів передбачена каталітична очистка «хвостових» газів після абсорбційних колон природним газом на двоступінчатому каталізаторі очищення до залишкового вмісту оксидів азоту - не більше 0,005% об'ємних і аміаку - не більше 0,015% об'ємних. Викид очищених «хвостових» газів здійснюється через трубу висотою 150 м.

Система нагляду та аналізу стічних вод складається із відбору проб стічної води та її аналізу на рівень рН за допомогою pH – метра.

Точка відбору проби – бак (нейтралізатор), в який зливаються ці стоки. Якщо рівень рН не задовольняє вимоги до скиду стічних вод, в бак вводять кислоту або луг для донейтралізації, щоб досягти потрібного рН. Аналіз стічної води також має проводитися під час кожної промивки установки, коли домішується свіжа водопровідна вода.

Також стоять онлайн прилади, які міряють вміст завислих речовин, а саме turbidity meters, а також прилад який вимірює вміст сухого залишку TDS meters, якщо вміст перевищує допустимі концентрації, то проводиться розбавлення води, яка скидається.

# Штрафи за забруднення навколишнього середовища

Платежі за забруднення навколишнього середовища є складовою частиною фінансового механізму охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів. Основу платежів становлять нормативи плати за забруднення навколишнього середовища.

До видів негативного впливу на навколишнє середовище законом «Про охорону навколишнього природного середовища» віднесені:

* викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення;
* скиди забруднювальних речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також підземні горизонти, в тому числі скиди, що проводяться підприємствами через систему комунальної каналізації;
* забруднення надр, ґрунтів;
* утворення та/або зберігання радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);
* розміщення відходів виробництва у спеціально відведених для цього місцях чи на об’єктах;
* забруднення навколишнього середовища шумом, теплом, електролітичними, іонізуючими та іншими видами фізичних впливів;
* інші види негативного впливу на навколишнє середовище.

В даному розділі розраховано величину плати за скидання стічних вод у міську каналізацію міста Рівного.

Таблиця 10.3 – Допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, які скидаються до міської каналізації [16]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Показники якості стічних вод | Одиниця виміру | Допустима концентрація |
| 1 | Завислі та спливаючі речовини | грн/м3 | 300 |

Величина плати за скид стічних вод у міську каналізацію (Пс) розраховується водоканалом згідно з державною Інструкцією за формулою :

Пс = Т \* Vдог + 5Т \* Vпдог + Vпз \* Кк \* Нп , де (9.1)

Т – тариф, установлений за надання послуг водовідведення абонентам, віднесення до відповідної категорії, грн/м3 ;

Vдог - обсяг скинутих абонентом стічних вод у межах, обумовлених договором або лімітом, м3 ;

Vпдог - обсяг скинутих абонентом стічних вод понад обсяги, обумовлені договором або лімітом, м3 ;

Vпз-  обсяг скинутих абонентом стічних вод з наднормативними забрудненнями ( за відсутності даних щодо обсягів водовідведення беруться дані, зазначені в паспорті водного господарства), м3 ;

Кк - коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод на МКОС та екологічного стану водойми ;

Нп - встановлений норматив плати за скид наднормативних забруднень у міську каналізацію, % .

Норматив плати за скидання 1 м3  стічних вод у міську каналізацію з понаднормативними забрудненнями встановлюється на рівні частки тарифу на послуги водовідведення, яка відповідає вартості очищення 1 м3  стічних вод з вмістом забруднень у межах, установлених допустимих концентрацій забруднюючих речовин.

При виявлені водоканалом під час контролю якості стічних вод, що скидаються абонентом, перевищення фактичної концентрації одного забруднення (Сф) над установленою ДК коефіцієнт кратності для розрахунку плати за скид наднормативних забруднень визначається за формулою [16]:

Кк = (Сф – Дк) / Дк ; (10.2)

Кк = (5000 – 300)/300 = 16.

Так як за правилами коефіцієнт кратності не може перевищувати 5, то беремо максимальне значення перевищення фактичної концентрації одного виду забруднення, яке дорівнює 5.

Отже можна порахувати плату за скид стічних вод за формулою 10.1:

Пс = 3, 56 \* 4000 + 5 \* 3,56 \* 1000 + 500 \* 5\* 25 = 94 540 грн.

Тепер перерахуємо на 1 м3  скинутих вод :

Пс (на 1 м3 ) = 94 540/ 5 000 = 18,9 грн.

Таким чином в даному розділі розраховано плату за скид стічних вод у міську каналізацію у разі відсутності будь-яких переробок відходів. Так як у випадку даного дипломного проекту, вода яка утворюється після промивок проток азотної кислоти і апаратів йде знову в цикл, каталізаторний пил після синтезу регенерується, можна побачити які капіталовкладення ми економимо, а саме 94 540 грн/рік.

В цілому екологічний стан виробництва відповідає нормі, адже тверді відходи, такі як відпрацьований каталізаторний пил, не несуть ніякої шкоди, кислі і лужні відходи нейтралізуються та йдуть в цикл.

# ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розроблено схему відділення синтезу аміаку з модернізацією апарату очистки повітря .

Для того щоб отримати повітря з більш високим ступенем очистки від різноманітних домішок, проведена реконструкція цеха, яка передбачає заміну діючих недосконалих фільтрів естонського виробництва подвійної очистки (грубої та тонкої) на сучасні високоефективні повітряні фільтри потрійної дії типу ФЦ-6-1,0/2 (на даному фільтрі відбувається одночасно груба, тонка і адсорбційна очистка), цим самим забезпечується зниження вмісту механічних домішок у повітрі, зменшується кількість високомолекулярної органіки та газоподібних забурднень, за рахунок активованого вугілля просоченого піноподібним фільтруючим матеріалом, який очищає забруднене повітря та підвищує продуктивність фільтра.

Основним апаратом технологічної схеми виступає апарат очистки повітря, який має продуктивність за очищеним повітрям

144 000 кг/годину. Процес дозволяє очистити повітря від частинок розміром більше 2 мкн на 100 %. Для досягнення бажаного результату використовуються фільтри підприємства «Комплексные очистительные устройства», з продуктивністю одного фільтруючого елемента 28 кг/год.

Розроблені рішення автоматизації схеми дозволяють практично виключити людину з процесу виробництва. Необхідна тільки присутність оператора, щоб слідкувати за показаннями електроприладів, які розміщені на пульті керування. Існують перспективи модернізаціїi подальшого розвитку системи автоматизації даного технологічного процесу.

Дане виробництво є екологічно безпечним. Стоки, які утворюються після промивок проток азотної кислоти і апаратів йде знову в цикл, каталізаторний пил після синтезу регенерується. Розраховано екологічні платежі у випадку аварійного скиду стоків у міську каналізацію.

Дипломний проект виконаний з урахуванням вимог охорони праці, пожежної та екологічної безпеки виробництва. В даному розділі для аналізу шкідливих, небезпечних виробничих факторів передбачені заходи і засоби щодо створення на об’єкті здорових безпечних умов праці, пожежної безпеки.

В економічній частині диплома приведені техніко-економічні показники, які були розраховані для цеху до та після модернізації. Порівнявши приведені розрахунки, можна сказати, що дана модернізація є економічно доцільною та дає можливість зменшити збитки обладнання на подальших виробництва кислоти. Собівартість очищеного повітря складає 0,058 грн/кг.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Справочник азотчика: в 2 т./ Под ред. Н. М. Жаворонкова. – М.: Химия, 1987. – Т. 2. – 464 с.
2. **Атрощенко, В.І.** Технология связанного азота. – Х.: Харьковский университет, 1962. -352 с.
3. **Атрощенко, В.І.** Технология азотной кислоты. – М.: Химия, 1970. – 496 с..
4. **Голубятников В.А.,** Автоматизация производственных процесов в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. –Т.2. - 352 с..
5. **Лобойко, О. Я.** Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (т.1. Зв’язаний азот): підручник / О. Я. Лобойко,  
   Л. Л. Товажнянський, І. О. Слабун та ін. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2001. – 512 с. – ISBN 966-593-236-5.
6. Технологічний регламент виробництва неконцентрованної азотної кислоти під тиском 6,3 – 8,0 кг/см2 на ПАТ «РІВНЕАЗОТ». – м. Рівне, 1972. – 209 с.
7. Методы расчетов по технологи связанного азота. / Под ред. В.И. Атрощенко. – К.:. Высшая школа, 1978 . – 312 с.
8. Расчеты по технологи неорганических веществ . / Под ред. М.Е. Позина. – Л.:. Химия, 1977 . – 496 с.
9. Охрана труда в химической промышленности. / Под ред. Г.В. Макарова. – M.:. Химия, 1989 . – 495 .
10. Справочник по охране труда на промышленном предприятии. / Под ред. К.Н. Ткачук. – К.:. Техника, 1991 . – 286 с.
11. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» професійного спрямування «Хімічні технології неорганічних речовин» хіміко-технологічного факультету. /Укладачі: проф. Астрелін І.М., доц. Концевой А.Л., доц. Лукінюк М.В., доц. Підлісна О.А., ст.викл. Концевой С.А. – НТУУ «КПІ», 2014. – 83 с.
12. **Лукінюк, М. В.** Технологічні вимірювання та прилади [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427-428. – 200 пр. –ISBN 978-966-622-247-6.
13. **Бабіченко, А. К.** Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. –   
    470 с. : іл. – Бібліогр.: с. 467. – 500 пр. – ISBN 966-593-232-2.
14. **Круш, П.В.** Економіка підприємства [Текст]: навч. посіб. / за заг. ред. П.В. Круша, В.І. Подвігіної, Б.М. Сердюка. – К.: Ельга-Н, КНТ, 2007. – 780 с. – Бібліогр.: с 24, 44-46, 78, 100, 211-212, 235-236, 266, 316, 366, 388, 414, 430, 472, 522, 553-554, 594, 606, 629-630, 646,686, 744-746, 777. – 1000 пр. – ISBN 966-373-205-9.
15. **Підлісна, О.А.** Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студ. хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002 – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27. – 300 пр.
16. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». <http://zakon.rada.gov.ua> (меню Законодавство України)