РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 81 с. ,15 рис., 20 табл., 5 додатків, 33 джерел.

Виконано проект комп’ютерного розрахунку процесу отримання аміачної селітри.

У проекті обґрунтовані норми технологічних режимів, наведена технологічна схема процесу та її опис. Виконано комп’ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу. У середовищі С++ розроблений розрахунковий модуль для розрахунку реактора-нейтралізатора.

Запропонована схема автоматизації процесу. Досліджено ступінь екологічної безпечності виробництва, наведено характеристику газових відходів.

Виконано розрахунок матеріального балансу оборотних фондів.

КОМП'ЮТЕРНИЙ РОЗРАХУНОК, АМІАЧНАЯ СЕЛІТРА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, РЕАКТОР-НЕЙТРАЛІЗАТОР, ПРОГРАМНИЙ ПАКЕТ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ МОДУЛЬ, СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 81 с., 15 рис., 20 табл., 5 дополнений, 33 источников

Выполнен проект компьютерного расчёта процесса получения аммиачной селитры.

В проекте обоснованы нормы технологических режимов, приведена технологическая схема и ее описание. Выполнен компьютерный расчет материальных балансов процесса. В среде С++ разработан расчетный модуль для расчёта реактора-нейтрализатора.

Предложена схема автоматизации процесса. Исследована степень экологическойбезопасности производства, приведена характеристика газовых отходов.

Выполнен расчет материального баланса оборотных фондов.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ РАСЧЕТ, АМИАЧНАЯ СЕЛИТРА, МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС, РЕАКТОР-НЕЙТРАЛИЗАТОР, ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ, СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ, КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ, ЕКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

ABSTRACT

Explanatory paper 81 p. 15 fig., 20 tables, 5 additions 33 sources.

The project of computer calculation of process of receipt of ammonium nitrate.

The norms of the technological modes are grounded in a project, also was cited a technological chart and its description. Carried out a computer calculation of material balance of process. In the environment of C++ the calculation module is developed for the calculation of reactor-neutralizer.

The chart of automation of process is offered. Investigational degree of ecological unconcern of production, cited a description of gas wastes.

The calculation of material balance of floating assets is executed.

COMPUTER CALCULATION, AMMONIUM NITRATE, MATERIAL BALANCE, REACTOR-NEUTRALIZER, PROGRAM PACKAGE, CALCULATION MODULE, CHART of AUTOMATION, CONTROL AND MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL SAFETY.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 10

ВСТУП.....11

1 Характеристики технологічної схеми процесу отримання аміачної селітри 13

1.1 Фізико-хімічні властивості аміачної селітри 13

1.2 Способи отримання аміачної селітри 14

2 Аналіз структури схеми отримання аміачної селітри.....18

2.1 Побудова структурної схеми.....18

2.2 Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва аміачної селітри 20

3 Розробка модуля проектного розрахунку пустотілої колони.....12

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля 12

3.2 Математичне забезпечення обчислювального модуля.....12

3.3 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля.....14

3.4 Керівництво користувача програмного модуля 15

4 Розробка засобів автоматизації процесу отримання аміачної селітри.....17

4.1 Опис схеми автоматизації.....18

5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва аміачної селітри безупарочним способом.....22

5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу виробництва аміачної селітри безупарочним способом. 22

5.2 Техніко – економічні показники виробництва аміачної селітри 27

5.3 Техніко-економічне порівняння базового безупарочного способу отримання аміачної селітри і розрахованого на підставі компютерного розрахунку 32

6 Охорона праці 34

6.1 Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на об’єкті, що проектується. Заходи з охорони праці.....34

6.1.1 Повітря робочої зони....34
6.1.2 Виробниче освітлення....35
Рисунок 6.2 – Схема розташування світильників в приміщенні 37
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій....37
6.1.4 Електробезпека 38
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування....39
6.2 Пожежна безпека 42
ВИСНОВОК....44
Список використаної літератури 45
ДОДАТКИ....49
Додаток А 49
Додаток Б....50
Додаток В 52
Додаток Г....52
Додаток Д 53

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

1. С – собівартість;
2. ОФ – основні фонди;
3. А – амортизація основних фондів;
4. ОбК – обігові кошти;
5. $\Phi_{пп}$ – повна початкова вартість ОФ;
6. Ц – ціна на продукцію (послугу чи роботу);
7. П – прибуток;
8. Р – рентабельність;
9. ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;
10. ЗАТ – закрите акціонерне товариство;
11. ВАТ – відкрите акціонерне товариство.
12. k - константа швидкості реакції.

ВСТУП

Аміачна селітра, або нітрат амонія, це кристалічна речовина білого кольору. Хімічна формула – NH_4NO_3. Вперше була отримана німецьким вченим І.Р. Глаубером в 1659р. Але виробництво нітрату амонія в промислових масштабах почалося лише в XX ст..

В основному аміачна селітра використовується як концентроване азотне добриво універсальної дії, оскільки, по-перше, великий зміст азоту 35% дозволяє здійснювати її перевезення на значні відстані з меншими витратами на тонну азоту, чим при перевезеннях інших азотних добрив (за винятком карбаміду). В друге, цінність аміачної селітрі полягає в тому, що вона не має шкідливих для рослин і ґрунту баластних речовин і містить дві форми азоту – швидкодіючу – нітратну та менш рухому – амонійну. Аміачну селітру застосовують як основне добриво при посіві (у лунки, гнізда, стрічкою) та у вигляді підготовки на всіх типах ґрунтів під різні культурі. В третє, аміачна селітра дешевша, ніж інші азотні добрива.

Також нітрат амонію застосовують для виготовлення вибухових речовин:

а) амонітів – сумішей аміачної селітри з органічними матеріалами – деревинна, макухова і інша мука з добавкою нітропродуктів;

б) астролитів – рідка суміш аміачної селітри і гідразину. Це сімейство

рідких вибухових речовин. Вони були винайдені в 60-ті роки при розробці рідкого ракетного палива. Астроліт А-1-5 вважається наймогутнішою неядерною вибухівкою в світі. Він в 1,8-2 рази могутніше ТНТ (тринітротолуолу). Крім того він безпечніше ТНТ і нітрогліцерину.

в) АСДТ (Аміачна Селітра/Дизельне Паливо) – сумішева вибухова речовина, що складається з аміачної селітри і вуглеводневої горючої

речовини, найчастіше, дизельного палива. Розкладання йде з детонацією з високою швидкістю. По вибухових характеристиках є бризантною (вторинною) вибуховою речовиною з низькою чутливістю і вимагає спеціальних засобів для вибуху;

г) детоніт – суміш аміачної селітри і алюмінію призначений для підривання міцних і особливо міцних порід;

д) аммоналов – сумішей, що містять алюмінієвий порошок.

Отже отримання аміачної селітри є одним з найважніших виробництв хімічної промисловості. Тому актуальною є проблема комп'ютерного розрахунку процесу отримання аміачної селітри.

Метою даної роботи є комп'ютерний розрахунок процесу отримання аміачної селітри безупарочним (одностадійним) способом.

До задач дипломного проекту входило:

1. Аналіз технологічного процесу, методу виробництва.
2. Розрахунок матеріальних балансів технологічної схеми засобами програмного пакету CHEMCAD 6.3.1.
3. Розробка програмного модуля для перевірочного розрахунку колони.
4. Розробка схеми автоматизації для процесу отримання аміачної селітри.
5. Проведення економічних розрахунків процесу виробництва аміачної селітри.
6. Визначення основних засобів охорони праці.

1 Характеристики технологічної схеми процесу отримання аміачної селітри

1.1 Фізико-хімічні властивості аміачної селітри

Аміачна селітра (нітрат амонія або NH_4N0_3) має молекулярну масу 80,043; чистий продукт – безбарвна кристалічна речовина, що містить 60% кисню, 5% водню і 35% азоту (по 17,5% в аміачній і нітратній формах). Технічній продукт містить не менше 34,0% азоту.[17]

Основні фізико-хімічні властивості аміачної селітри:

Аміачна селітра гігроскопічна. Гігроскопічність нітрату амонія і швидкість поглинання вологи повітря зменшуються при змішенні або сплаві з іншими речовинами (наприклад, з сульфатом амонія), якщо тиск водяної пари над насиченим розчином обох солей більше тиску водяної пари над насиченим розчином нітрату амонія. Ефективнім засобом для запобігання зволоженню аміачної селітри є упаковка солі в щільну, добре герметизовану тару, наприклад в п'ятишарові бітумовані мішки.

Аміачна селітра володіє здатністю сильно злежуватися. Цьому сприяє порівняно велика розчинність аміачної селітри у воді, високий температурний коефіцієнт розчинності, гігроскопічність солі і поліморфні перетворення. При охолодженні гарячої аміачної селітри в тарі, а також при її тривалому зберіганні, коли змінюється її температура (нагрівається та охолоджується), відбувається кристалізація аміачної селітри. Кристали, що виділилися з розчину зв'язують суміжні частинки, у результаті цього селітра злежується.

Для боротьби з цією проблемою використовують кондиціонуючи добавки — азотнокислі солі кальцію і магнію, що отримані розчиненням в азотній кислоті доломіту, а також продукти азотнокислотного розкладання

фосфатів – розчин фосфоритної муки (РФМ) або апатитового концентрату (РАП).[18]

Ще однією проблемою є термічне розкладання аміачної селітри. Тривалий досвід виробництва і застосування аміачної селітри показав, що при дотриманні встановлених правив аміачна селітра безпечна. Чиста аміачна селітра не чутлива до поштовхів, ударів або тертя. Проте за певних умов нітрат амонія володіє вибуховими властивостями. На цій підставі його використовують як сировина у виробництві аміачно-селітрових вибухових речовин. Вибухи чистої аміачної селітри можуть бути викликані в основному або дією детонаторів, або термічним розкладанням солі в замкнутому просторі.

Нітрат амонія, що зберігається у відкритих складах, не вибухає навіть у разі сильної пожежі. Пожежі ж аміачної селітри, які мали місце в закритих приміщеннях, наприклад, в корабельних трюмах, контейнерах і т. п., кінчалися, як правило, сильним вибухом. Припускають, що термічне розкладання нітрату амонія при атмосферному тиску протікає інакше, ніж під підвищеним тиском, при якому швидкість розкладання може бути більшою і швидко утворюються великі об'єми газоподібних продуктів. Було доведене існування «граничного» тиску (біля 6 *ат)* після досягнення якого при відповідній температурі наступає вибухове розкладання аміачної селітри.

1.2 Способи отримання аміачної селітри

Перші методи отримання аміачної селітри ґрунтувалися на взаємодії аміаку коксового газу з розбавленою азотною кислотою, але вони перестали застосовуватися із-за своєї економічної невигідності.

Виробництво аміачної селітри є багатостадійним. У зв'язку з цим намагалися отримувати аміачну селітру безпосередньо з аміаку, оксидів азоту, кисню і пари води по реакції:

$$4NH_3 + 4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4NH_4NO_3.$$

Проте від цього способу довелося відмовитися, оскільки разом з аміачною селітрою утворювався нітрит амонія – нестійкий і вибухонебезпечний продукт.

Зараз в промисловості широко застосовується тільки метод отримання аміачної селітри з синтетичного аміаку і розбавленої азотної кислоти. Цей метод складається з нейтралізації азотної кислоти газоподібним аміаком і кристалізації продукту. Аміак не повинен містити більше 1% вологи; у нім не допускається присутність масла. Азотну кислоту беруть концентрацією 45-58% $HN0_3$, вміст оксидів азоту в ній не повинен перевищувати 0,1%. Реакція має вигляд:

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Тепловий ефект реакції складає 35,46 ккал/г·мол. Відповідно до цього розрізняють схеми з отриманням розчину аміачної селітри з подальшим випаровуванням його (так званий багатостадійний процес) і з отриманням плава (одно стадійний або безупарочним процес). Різниця між ними полягає в том, що в першому способу для підвищення концентрації плава використовують декілька випарних апаратів після процесу нейтралізації в апараті ВТН. Для виробництва 1т гранульованої аміачної селітри (100% NH_4NO_3) витрачається 0,213 т аміаку та 0,800т азотної кислоти (100% HNO_3). В другому способі замість апарата ВТН та випарників використовується реактор-нейтралізатор, це зменшує капітальні витрати та витрати пари. Проте при роботі по безупарочному способу втрати аміачної селітри і азотної кислоти дещо

більше унаслідок високої температури в зоні реакції (вище 205°). На 1 т аміачної селітри витрачається 0,221 т аміаку та 0,820 т азотної кислоти (100%).[18]

Метою даного проекту є комп'ютерний розрахунок процесу отримання аміачної селітри безупарочним способом. Принципова технологічна схема процесу представлена на рисунку 1.1.

Рисунок 1.1- Принципова технологічна схема отримання аміачної селітри безупарочним способом.

1 - віддільник-випарник аміаку; 2 - підігрівач аміаку: 3, 3' - підігрівачі азотної кислоти; 4 - реактор-нейтралізатор; 5 - сепаратор; 6 - пастка; 7 - донейтралізатор; 8 - збірка; 9 - вакуум-випарник; 10 - збірка для плава (гідравлічний затвор); 11, 11'- відцентровий насос; 12 і 13 - поверхневі конденсатори для сокової пари; 14 – вакуум-насос; 15 - збірка конденсату сокової пари; 16 і 19 - погружні насоси; 17 - розширювач конденсату; 18 - збірка парового конденсату, 20 - розбризкувач плава (гранулятор); 21 і 22 - відцентрові вентилятори; 23 - апарат для охолоджування гранул в киплячому шарі; 24 - стрічковий конвеєр.

Схема отримання аміачної селітри безупарочним способом (рисунок 1.1) полягає в наступному. Газоподібний аміак подають в цех під тиском не нижче 4,3 ат та нагрівають до температури 153°С в теплообміннику 2. Аміак та азотна кислота, підігріта в теплообмінниках 3 і 3' до необхідної температури 153°С, під абсолютним тиском $3{,}5 \cdot 10^5$ Н/м^2 поступають в реактор-нейтралізатор 4, в якому аміак, взаємодіючи з водним розчином азотної кислоти, утворює плав аміачної селітри концентрацією 97%. Процес утворення йде при $3{,}5 \cdot 10^5$ Н/м^2 та температурі 224°С. У наслідок короткого часу перебування продуктів реакції в реакторі розкладання аміачної селітри не відбувається.

Отримана тут паро рідинна емульсія поступає у відцентрові сепаратори

5 і 6, в яких відділяється сокова пара від плава. При цьому концентрація плава за рахунок самовипарювання при зниженні тиску з $3,5 \cdot 10^5$ до $1,2 \cdot 10^5$ Н/м^2 підвищується до 97,5 % NH_4NO_3. Частину отриманого сокового пара використовують для підігріву азотної кислоти до температури 85^0С в теплообміннику 3. А іншу частину переправляють в інші цеха.

Оскільки плав після сепаратора має температуру біля 200°С в схемі передбачається використання фізичного тепла плава аміачної селітри у вакуум-випарнику. Плав з сепаратора 5 поступає на початку в донейтралізатор 7, в який додаються домішки – продукти розкладання доломіту азотною кислотою. Потім плав перетікає в збірку 8, з якого насосом 11 подається у вакуум-випарник 9. У вакуум-випарнику за рахунок самовипарювання при зниженні тиску з $1 \cdot 10^5$ до $0,347 \cdot 10^5$ Н/м^2 концентрація плава підвищується до 98,5-99%. Далі плав поступає в збірку 10 і насосом 11 перекачується в гранулятор 20.

Далі плав аміачної селітри переробляється в гранульований продукт в грануляційній башті. Плав розбризкується за допомогою гранулятора 20. У нижній частині конуса башти поміщається охолоджувальний апарат 23 з киплячим шаром, в якому гранули охолоджуються атмосферним повітрям. Охолоджена аміачна селітра (25-30°С) поступає на упаковку.

2 Аналіз структури схеми отримання аміачної селітри

2.1 Побудова структурної схеми

Структурна схема процесу зображена на рисунку 2.1.1.

Рисунок 2.1.1 – Структурна схема процесу

1,2,3 – теплообмінники; 4,6- змішувачі; 5 – реактор-нейтралізатор; 7 – сепаратор; 8 – пастка; 9 – вакуум-випарник; 10 – грануляційна башта

В цю схему не входить донейтралізатор, так як він не змінює матеріальні потоки, а лише змінює властивості плава аміачної селітри (зменшує злежувальність), тобто при розрахунках не враховуємо цей апарат.

Виконаємо послідовно всі етапи структурного аналізу цієї схеми.

Сформулюємо матрицю суміжності А.

Цей етап виконаємо із використанням програми MatLAB. Створимо і заповнимо матрицю суміжності (рисунок 2.1.2):

```
>> A=eye(10);
```

Рисунок 2.1.2 – Матриця суміжності

Застосуємо алгоритм покриття для визначення комплексів схеми. За алгоритмом маємо звести матрицю суміжності А послідовно в степені 2, 3, …, 10 та логічно їх помножити. В результаті отримаємо матрицю шляхів С. В Matlab ця дія виглядає так: C=A|A^2|A^3|A^4|A^5|A^6|A^7|A^8|A^9|A^10

Результатом є матриця шляхів, яка зображена на рисунку 2..13.

Рисунок 2.1.3 – Матриця шляхів

Для отримання матриці B, що вказує на наявні комплекси необхідно виконати в MatLAB дію логічного множення матриць C та C^T:

```
>> B=C&C'
```

Рисунок 2.1.4 – Матриця, що вказує на наявні комплекси

Як можна бачити з матриці B, в схемі буде 1 комплекс: **K=[6 7 8];**

Далі може бути сформована послідовність розрахунку з комплексів й поодиноких вершин: **ППРС = [1 2 3 4 5 (6 7 8) 8 9 10]**

На цьому кроці для кожного комплексу отримаємо контури та множини оптимально розвиваючих дужок ОРМД. Спершу побудуємо прадерево комплексу K1. Для цього використаємо список суміжності:

Таблиця 2.1.1 - Список суміжності для K

Дерево для K1 виглядає так:

Рисунок 2.1.5 - Дерево

Контур комплексу K, що отриманий з дерева, наступний: **6-7-8-6**

Складемо матрицю контурів для K1:

Таблиця 2.1.2 - Матриця контурів К1

Степені входження дужок рівні одиниці при рівних параметричностях, а це означає, що контури не мають спільних дужок й будь-яка дужка може бути розірваною. Тому обираємо наступну множину : ОРМД$_к$={(8-6)}.

Рисунок 2.1.6 – Структурна схема процесу із вказаною розірваною дужкою.

Таким чином, розірвавши отриману дугу, отримаємо остаточну послідовність розрахунку схеми: **ОПРС= (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)**

2.2 Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва аміачної селітри

Для розрахунку матеріального балансу технологічної схеми використовую програмний продукт ChemCad. Отримана модель технологічного процесу зображена на рисунку 2.2.1.

Рисунок 2.2.1 – Змодельована технологічна схема у ChemCad.

Апарати що використовуються та відповідність апаратів технологічної і змодельованої схеми а також структурної схеми вказана в таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1 – Відповідність апаратів

В таблиці 2.2.2 наведена нумерація потоків змодельованої технологічної схеми представленої на рисунку 2.2.1, а також їх склад за кожним компонентом. Звіт про потоки з Chemcad наведено в Додатку А

Таблиця 2.2.2 - Зведена таблиця складу компонентів за потоками(кг/год).

Правильність розрахунку перевіряємо, створивши таблицю матеріального балансу по апаратах(таблиця 2.2.3) та загальний звіт про матеріальні і теплові баланси (рисунок 2.2.2) в Chemcad.

Таблиця 2.2.3 – матеріальний баланс по апаратах.

Рисунок 2.2.2 – Звіт ChemCad

В ході виконання даної частини роботи був виконаний структурний аналіз та розрахований матеріальний баланс технологічної схеми отримання аміачної селітри безупарочним способом. Із звіту Chemcad видно, що розрахунки було проведено правильно, тобто кількість речовини на вході та виході з процесу рівні.

3 Розробка модуля проектного розрахунку пустотілої колони

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити програмний модуль в середовищі С++ для перевірочного розрахунку процесу добування аміачної селітри.

Вихідними даними для розрахунку є:

1. Константи швидкості взяті з літератури [3] (k, л/(моль*с)).
2. Початкові концентрації вхідних речовин (С, моль/л).
3. Колонний апарат з Ст.3 і 1Х18Н9Т – Пустотіла колона.
4. Діаметр (D) – 0.6 м.
5. Довжина (L) – 4 м.

Результатами розрахунку є:

1. Кінетичні криві реакції в залежності від часу перебування в реакторі.
2. Криві розподілу концентрацій по довжині апарату.

3.2 Математичне забезпечення обчислювального модуля

Процес отримання аміачної селітри безупарочним способом проводиться при високих тиску і температурі.

По технології, на виробництві аміачної селітри безупарочним способом використовуються колонні апарати. Ці колони пустотілі, в середині них відбувається інтенсивне перемішування аміаку і азотної кислоти, а **плав утворюється вже на виході з колони**, в результаті чого можна зробити припущення що колона виступає в ролі реактора ідеального перемішування безпереревної дії. Термостатування відбувається за допомогою зміни температури азотної кислоти [18]. В результаті цього в реакторі реалізується ізотермічний режим.

Проектний розрахунок включає в себе перевірку основних конструктивних параметрів перевірочного апарату.

В колоні при постійній температурі 224°С (ізотермічний режим) відбувається протікання хімічної реакції в результаті якої утворюється аміачна селітра:

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Запишемо задану хімічну реакцію отримання аміачної селітри в буквеному вигляді (для зручності оперування):

$$A + B \xrightarrow{k} C,$$

де А – аміак, В – азотна кислота, С – аміачна селітра. Вхідними даними є: $C_{Ан}$; $C_{Вн}$; $C_{Сн}$ – початкові концентрації в об'ємі реактора;

Початкові концентрації вхідних речовин в колону беру з розрахованого матеріального балансу в ChemCad:

$C_{Ан}$ =0,008302 моль/л

$C_{Вн}$ =0,008302 моль/л

$C_{Сн}$ =0 моль/л

$$k = 0.9 \frac{\text{л}}{\text{с} * \text{моль}} * 3600 = 3240 \frac{\text{л}}{\text{год} * \text{моль}}$$

Запишемо сумарні швидкості витрат та утворення компонентів у реакції, що розглядається, тобто кінетичну модель згідно з даним механізмом реакції:

$$\begin{cases} Wr_A = \frac{dC_A}{dt} = -kC_AC_B \\ Wr_B = \frac{dC_B}{dt} = -kC_AC_B \\ Wr_C = \frac{dC_C}{dt} = kC_AC_B \end{cases}$$

Тоді модель ізотермічного реактора у статиці запишемо так:

$$\begin{cases} \frac{1}{\tau}(\mathrm{C_{Авх}} - \mathrm{C_A}) - kC_AC_B = 0 \\ \frac{1}{\tau}(\mathrm{C_{Ввх}} - \mathrm{C_B}) - kC_AC_B = 0 \\ \frac{1}{\tau}(\mathrm{C_{Свх}} - \mathrm{C_C}) + kC_AC_B = 0 \end{cases}$$

В цьому випадку математична модель РІП буде мати вигляд системи звичайних диференційних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dC_A}{dt} = \frac{1}{\tau}(\mathrm{C_{Авх}} - \mathrm{C_A}) - kC_AC_B \\ \frac{dC_\mathrm{B}}{dt} = \frac{1}{\tau}(\mathrm{C_{Ввх}} - \mathrm{C_B}) - kC_AC_B \\ \frac{dC_\mathrm{C}}{dt} = \frac{1}{\tau}(\mathrm{C_{Свх}} - \mathrm{C_C}) + kC_AC_B \end{cases}$$

Система диференційних рівнянь описує зміну концентрацій реагуючих речовин від часу перебування в колоні (або по її довжині).

Для зображення зміни концентрацій від часу використаємо вихідні дані та розв’яжемо систему диференційних рівняннь в середовищі Mathcad (див. Додаток Б).

В результаті було отримано графіки часу проходження реакції(рис. 3.2.1) та графік розподілу концентрацій компонентів по довжині реактора (рис. 3.2.2).

Рис. 3.2.1 Час проходження реакції

Рис. 3.2.2 Розподіл концентрацій по довжині реактора

3.3 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля

Обчислювальний модуль реалізований у середовищі С++. Блок-схема алгоритму наведена на плакаті 3 та у додатку В. Розрахунок починається з

введення концентрації вихідних компонентів та розмірів реактора. Далі розв’язується система диференційних рівняннь. Для розв’язання даної системи був використаний метод Ейлера.

Розрахунок проводиться по введених користувачем даних і закінчується, коли проведений розрахунок по всій довжині апарата.

Програмний код наведено в додатку Г.

Отже, в даному розділі подана характеристика елементів, що входять до складу розробленої програми, а саме основних процедур та компонентів, що були використані. Даний програмний модуль можна використовувати для розрахунку будь-якого РІП, в якому відбувається гетерогенна реакція.

3.4 Керівництво користувача програмного модуля

Графічний інтерфейс користувача, який відкривається при завантаженні програми наведено на рисунку. 3.4.1.

Рисунок 3.4.1 – Головне вікно програми після проведення розрахунку

Як видно з рисунку 3.4.1, головне вікно містить поля для вводу вихідних даних таких як: концентрації вхідних речовин Ca, Cb, Cc, довжина і діаметр апарату. В якості десяткового розділювача використовується кома. Після введення всіх вхідних даних користувачу потрібно натиснути кнопку «Розрахувати», для проведення розрахунків і виведення результатів на форму.

З рисунку 3.4.1 можна побачити, що реакція протіках в колоні 0.28 с, що співпадає з розрахунками в середовищі MathCad, та узгоджено з літературним джерелом [17]. Для завершення роботи з програмою необхідно натиснути кнопку «Вихід», яка знаходиться в меню «Файл», або просто натиснути на хрестик у верхньому правому краю вікна програми.

На виході з реактору концентрації цільових компонентів, відповідають раніше розрахованим в матеріальному балансі.

За результатами комп’ютерного моделювання було визначено час перебування речовин в реакторі, розподіл концентрацій за час перебування в реакторі та розподіл концентрацій речовин по дожині реактора, що відповідає заданій конструкції реактора.

4 Розробка засобів автоматизації процесу отримання аміачної селітри

Розробка системи автоматизації є одним із найважливіших етапів проектування виробництва, оскільки на даному етапі визначають основні параметри процесів, що проходять під час виробництва, та методи підтримки цих параметрів на заданому рівні. Підтримка необхідних значень параметрів, для хімічної технології, є дуже важливим, так як хімічні процеси є дуже специфічними і недотримання технології на одному з етапів виробництва може призвести як до великих економічних втрат, так і до техногенної катастрофи.

Автоматичний контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного пробігу устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря промисловими викидами.

Метою технологічного процесу процесу отримання аміачної селітри є отримання плаву аміачної селітри необхідної концентрації. Аналіз технологічної схеми показав, що для підтримання необхідної кількості вхідних речовин та протікання процесу необхідно регулювати наступні параметри:

- у реакторі – температуру;
- у донейтралізаторі –витрати аміаку і розчину доломіту в азотній кислоті;
- після теплообмінника та холодильника – температуру;
- витрату аміаку в реакторі, за недостатньої кількості аміаку в реакторі, азотна кислота буде не повністю реагувати в даному об’ємі, що призведе до розбалансу системи;
- у ємностях – рівнеть;
- у сепараторах – витрату;
- у насосах - тиск;

На підставі даного аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва, обрано об’єкти автоматизації, обрано регульовані і регулюючі параметри, визначено параметри контролю.

Для обраних параметрів було визначено необхідну точність вимірювання і регулювання (норми технологічного режиму) та діапазони їх можливої зміни. В процесі виробництва аміачної селітри використовуються вибухонебезпечні речовини, тому автоматизацію виробництва необхідно проводити за допомогою спеціальних вибухобезпечних приладів та виконавчих механізмів.

Дані про необхідні параметри регулювання та контролю виробництва наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри контролю виробництва.

Продовження таблиці 4.1.

Продовження таблиці 4.1.

На основі обраних контурів було розроблено функціональну схему автоматизації, наведену на плакаті 1. Необхідні технічні засоби (первинні та проміжні перетворювачі, вторинні прилади, регулятори, виконавчі механізми тощо) підбирались за допомогою каталогів [13 - 16].

У специфікації приведені позиції технічних засобів згідно із функціональною схемою автоматизації, найменування та повну технічну характеристику, загальну кількість однотипних одиниць, завод-виробник. Специфікація наведена в додатку Д (таблиця Д.1).

4.1 Опис схеми автоматизації

Контроль та регулювання температури

Для вимірювання температури обрано термоперетворювач опору (поз.1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1) з чуттєвим елементом ТСМ-1088 ТУ 25-7363.032-89 діапазон

вимірювання температури -50…200ºС; умовний тиск вимірюваного середовища – 15МПа; з довжиною монтажної частини 80 мм – призначений для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах.

Демонстрація сигналу відбувається за допомогою автоматичного показувального та реєструючого вторинного приладу (поз.1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1) ДИСК - 250, вхідний сигнал Івх = 4…20мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50 П, 100П, 50М, 100М; Клас точності – 0,5

В якості регулятора для контурів було обрано регулюючий пристрій (поз. 1-3, 4-3) ТРМ101-УР, має універсальний вхід для підключення будь-яких перетворювачів, з вхідним сигналом 4…20 мА та вихідним сигналом 4…20 мА.

Регулятор здійснює регулюючий вплив на відповідний електричний виконавчий механізм (поз. 1-4, 4-4) SAExC 16.1, призначений для переміщення одно- та двосидельних регулюючих органів.

Контроль та регулювання тиску

Для контролю тиску обрано манометр (поз. 6-1) МКУ-1071, розрахований на тиск до 16 МПа; з вихідним сигналом 4…20 мА. Призначеній для вимірювання надлишкового тиску, мановакууметричного тиску, абсолютного тиску, а також він розрахований на низькі діапазони тисків. Клас точності – 0,1.

Перетворення сигналу відбувається за допомогою перетворювач тиску(поз. 7-1; 8-1; 9-1; 10-1), РС-28 – призначений для вимірювання розрідження, а також надлишкового й абсолютного тиску газу, пари та рідини; межі вимірювань тиску: до 10 МПа; мінімальна ширина діапазону 2,5 кПа; вихідний сигнал: 4…20 мА або 0…10 В.

В якості показникового та регулюючого приладів для контурів було обрано універсальний вимірювач-регулятор (поз. 7-2; 8-2; 9-2; 10-2) ТРМ101-УР, з вхідним сигналом 4…20 мА. Регулятор здійснює регулюючий вплив на

відповідний електричний виконавчий механізм (поз. 7-3; 8-3; 9-3; 10-3) SAExC 16.1, призначений для переміщення одно- та двосидельних регулюючих органів.

Контроль та регулювання витрати

Для вимірювання витрати в трубопроводах використана діафрагма камерна (поз. 11-1, 14-1, 15-1) ДКС 10-80, умовний тиск вимірювального середовища 10 МПа; товщина труби 80 мм.

Вимірювання витрати в трубопроводах проводиться за допомогою камерної діафрагми (поз. 12-1, 16-1, 17-1, 29-1) ДКС 10-65, умовний тиск вимірювального середовища 10 МПа; товщина труби 65 мм та ще одної камерної діафрагми (поз. 13-1) ДКС 10-50, умовний тиск вимірювального середовища 10 МПа; товщина труби 50 мм.

Для регулювання витрат використано універсальний вимірювач-регулятор(поз. 15-3, 16-3 17-3, 29-3) моделі ТРМ101-УР, з вхідним та вихідним сигналом 4…20 мА.

Регулятор здійснює регулюючий вплив на відповідний електричний виконавчий механізм (поз. 15-4, 16-4 17-4, 29-4) SAExC 16.1, призначений для переміщення одно- та двосидельних регулюючих органів.

Контроль рівня

Для вимірювання рівня використаний проміжний вимірювач акустичного рівнеміра «ЭХО-5Н» (поз. 18-1, 19-1, 20-1, 21-1) ППИ-5Н, з вхідним сигналом $I_{вих}$ = 0…5мА; гранично допустима основна похибка ± 1,5 % .

Реєстрування сигналу відбувається за допомогою показувального і реєструвального приладу (поз. 18-2, 19-2, 20-2, 21-2) Диск-250ДД, вхідний сигнал: Ivx= 0…5мА (до 0,5 кОм), або 4…20 мА (до 0,2 кОм); клас точності – 0,5.

Контроль концентрації речовини

Для контролю концентрацій обрано показувальний і реєструвальний прилад (поз. 22-1, 23-1, 24-1, 25-1, 26-1, 27-1), Диск-250ДД, вихідний сигнал: $I_{вих}$ = 0…5мА (до 0,5 кОм), або 4…20 мА (до 0,2 кОм); клас точності – 0,5.

Перетворення сигналу здійснюється первинним (проточним) перетворювач кондуктометричного аналізатора рідини АЖК-1.1 з пристроєм сигналізації; діапазон вимірювання: 0…100 мСм/см; вхідний сигнал: $I_{вх}$=0...5мА; вихідний сигнал 4…20 мА.

Сигналізація концентрації шкідливих речовин в приміщенні

Для сигналізації про перевищення ГДК шкідливих речовин в приміщенні (окису етилену чи аміаку) розроблено контур автоматизації 39, в який входить стаціонарна система автоматичного контролю загазованості марки ИГС-98(поз. 28-1, 28-2), що складається з датчику, розташованому на стелі цеху отримання етаноламінів та пульту на 4 канали, розташованого на щиті керування .

Датчик через кожні 2 секунди передає сигнал на канал (кожен датчик має окремий канал вимірювання) і в разі, якщо значення перевищує допустиме прилад видає світловий та звуковий сигнали.

Розроблена схема автоматизації забезпечує проведення процесу в регламентованому режимі.

5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва аміачної селітри безупарочним способом

Аміачна селітра відноситься до того виду мінеральних добрив, без якого практично неможливо сучасне сільське господарство. Належність до сімейства азотних добрив, універсальність застосування, можливість промислових обсягів виробництва і поставок, відпрацьована технологія виробництва - ось плюси, які зберігають непохитними позиції селітри аміачної на ринку добрив.

Одним з показників діяльності підприємства є собівартість продукції, яка комплексно характеризує ступінь використання усіх ресурсів, рівень технічного розвитку виробництва, досконалість системи управління та значною мірою визначає кінцеві результати діяльності підприємства – прибуток і рентабельність.

Метою проведення економіко – організаційного обґрунтування процесу добування аміачної селітри є розрахунок його основних техніко – економічних показників, за якими можна буде зробити висновки щодо доцільності підприємства. [17].

5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу виробництва аміачної селітри безупарочним способом.

Виробничий процес – єдність живої праці, засобів праці, предметів праці, зосереджених у просторі і часі для виготовлення продукції або виконання робіт.

Види виробничих процесів [17]:

1. основні – пов’язані з виготовленням готової продукції, яка формує призначення підприємства;

2. допоміжні – пов’язані для заготівлі або одержання комплектуючих для обслуговування виробництва (складування, транспортування);

3. бічні – виробництво продукції з відходів основного виробництва;

4. підсобні – не мають безпосереднього відношення до виробництва продукції, обслуговують допоміжні.

Предмет праці – сировина, матеріали, які підлягають обробці. Предмети праці входять до складу оборотних засобів.

Виробничий процес – це період часу, необхідний для випуску готової продукції.

Основні засоби (ОЗ) – це засоби праці, що неодноразово беруть участь у виробничому процесі, не змінюючи при цьому своєї первинної форми. Їх вартість переноситься на вартість готової продукції частинами в міру зношення шляхом амортизаційних відрахувань.

До основних засобів належать [17]:

- будівлі і споруди;
- машини і обладнання;
- транспорт;
- виробничий і господарський інвентар (вартістю понад 2500 грн. та терміном служби більше 1 року);
- нематеріальні активи (права, ліцензії, сертифікати).

Основні засоби поділяються на пасивні і активні:

1. активні – безпосередньо впливають на предмет праці (машини і обладнання, інструменти та засоби, вимірювальна та обчислювальна техніка);
2. пасивні – засоби, які безпосередньо не впливають на предмет праці, але є необхідними для виробничого процесу (будівлі та споруди, силове устаткування, транспортні засоби, інвентар).

Грошова оцінка основних засобів характеризується чотирма вартостями:

1. повна початкова вартість ($Ф_{пп}$) – вартість придбання або створення основних засобів з урахуванням гуртової ціни, витрат на доставку, витрати на монтаж, установку, тобто всі витрати до моменту запуску основних засобів у виробництво:
2. відновлювальна вартість ($Ф_{відн}$) – вартість, яку необхідно додати на момент переоцінки основних засобів для відновлення їх до початкового робочого стану;
3. залишкова вартість ($Ф_{за}$) – різниця між $Ф_{ПП}$ та нарахованим зносом основних засобів:
4. ліквідаційна вартість (**$Ф_{лікв}$**) – сума грошей або інших активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) ОЗ після закінчення терміну їх експлуатації.

Калькуляція – документ, який дозволяє систематизувати витрати на виробництво одиниці продукції і визначити її собівартість. Це спосіб групування витрат і визначення собівартості, придбання матеріальних цінностей, виготовлення продукції або виконання робіт на конкретному підприємстві, у конкретних умовах.

Кошторис – документ для систематизації витрат і розрахунку собівартості робіт.

Амортизація — це економічний процес, що кількісно відображає втрату основними засобами своєї вартості, яка амортизується, та її систематичний розподіл (перенесення) на заново створений продукт (виконану роботу, надану послугу) протягом періоду їх корисного використання [14].

де К – витрати на капремонт за час $Т_{есплуат}$ – термін експлуатації; Р – вартість ліквідації ОЗ.

Норма амортизації — відсоткове відношення часткової суми амортизації до повної початкової амортизації.

Собівартість – це всі витрати на виробництво і реалізацію товару (послуги або виконання роботи) в грошовому вигляді. Розраховується за наступною формулою [14]:

де А – амортизація основних засобів, ОбЗ – оборотні засоби

Норма амортизації– це відсоток амортизаційних відрахувань від балансової вартості основних засобів.

Окрім ОЗ кожне підприємство обов'язково повинно мати оборотні засоби або оборотний капітал. Оборотний капітал – це фінансові ресурси,

вкладені в об'єкти, використання яких здійснюється підприємством протягом одного виробничого циклу.

Оборотні засоби – це зазначені об'єкти. Оборотний капітал, що вкладається у виробництво і реалізацію продукції, споживається повністю і відтворюється відразу після завершення виробничого циклу через реалізацію товару.

До основних техніко – економічних показників належать [17]:

- випуск продукції;
- фондовіддача ОЗ — це відношення обсягу виробленої продукції підприємства до середньорічної вартості ОЗ, що показує, який обсяг виробленої продукції припадає на 1 грн.. вартості ОЗ, тобто:

де В - запланований випуск продукції за певний період;

$C_{сер}$ - середньорічна вартість ОЗ;

- фондомісткість ОЗ — це показник, обернений до фондовіддачі. Він показує, яка вартість ОЗ припадає на 1 грн.. виробленої продукції, тобто:

- капіталовкладення:
- собівартість продукції — це вираження у грошовій формі поточних витрат підприємства на підготовку виробництва продукції, її виготовлення і збут.

Для забезпечення беззбиткової виробничо - господарської діяльності підприємства ці витрати повинні відшкодовуватись за рахунок виручки від продажу виготовленої продукції.

Собівартість продукції відображає рівень витрат підприємства на її виробництво і комплексно характеризує ефективність використання ним ресурсів, організаційний і технічний рівень виробничого процесу, рівень продуктивності праці [14].

де А - амортизаційні відрахування;

$З_{сир}$, $З_{електр}$ - витрати на сировину, обладнання та електроенергію відповідно;

ФОП - фонд оплати праці:

де ЗП - заробітня плата — ціна, що сплачується за використану працю, грошова вартість робочої сили;

Нарахування - сума коштів, яку підприємство обов'язково сплачує до державних засобів соціальнного захисту (37%).

- ціна;
- прибуток — абсолютна величина, що характеризує доцільність існування підприємства :
- рентабельність — показник ефективності роботи підприємства, характеризує ефективність повернення вкладених коштів.
- економічна ефективність:
- період повернення капіталовкладень:

Кадри характеризуються показниками [17]:

Чисельність явочна — максимально допустима чисельність працівників необхідних для виконання відповідного обсягу робіт і повної комплектації робочих місць протягом робочої зміни.

де В - запланований випуск продукції за певний період;

$Н_в$ - норма виробітку;

$К_{вн}$ - коефіцієнт виконання норми;

$К_{пн}$ - коефіцієнт перегляду норм у поточному періоді.

Норма виробітку — становлений обсяг робіт, який працівник чи група працівників повинна виконати у відповідних організаційно-технічних умовах за визначений період часу відповідно до своєї кваліфікації.

де Ч - чисельність персоналу,зайнята на випуск певної продукції;

Т - період часу,за який випускається дана продукція.

Чисельність за списком - характеризує потребу підприємства у кадровому забезпеченні і крім штатних посад містить працівників необхідних для заміщення хворих, осіб у відпустках, відсутніх за інших причин, консультантів, експертів та інших позаштатних працівників.

де $T_{підп}^{рік}$ - тривалість роботи підприємства за рік;

$T_{прац}^{рік}$ - тривалість роботи працівника за рік.

5.2 Техніко – економічні показники виробництва аміачної селітри

Послідовний рух предметів праці – це ВРПП, під час якого обробка сировини проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію. Розрахуємо тривалість виробничого циклу, якщо за виробничий цикл підприємства виготовляється 1 тонна готової продукції. Процес виробництва аміачної селітри характеризується виключно обробкою

вхідної суміші , яка послідовно проходить через всі апарати схеми. Тому для даного виробництва доцільно використати послідовний ВРПП [17].

Виробництво вінілхлориду включає виконання наступних операцій:

1. Завантаження вихідного продукту – 5 хв
2. Підігрівання вихідних продуктів – 15 хв
3. Змішування азотної кислоти та аміаку – 5 хв
4. Проходження реакції в реакторі 15 хв
5. Розділення на фракції – 15 хв
6. Грануляція готового продукту – 10 хв
7. Вивантаження готової продукції 5 хв.

Розрахуємо тривалість виробничого циклу:

Розрахуємо кількість циклів за одну зміну 6 год.

Тобто маємо повних 5 циклів за зміну 6 год.

Отже, за одну зміну підприємство виробляє 168 тонни готової продукції, за день – 672 тонн, за рік – 245280 тонн.

Виробничий цикл для процесу отримання аміачної селітри зображений на рисунку 5.1

Рисунок 5.1 - Виробничий цикл послідовного типу

Так як маємо ВРПП послідовного типу, і ми маємо 5 змін, то достатньо по 1 працівнику на кожну зміну. Перелік осіб, що працюють в даному відділенні наведено в таблиці 5.1. Тобто, явочна чисельність персоналу: $Ч_{яв}$ = 20 осіб. Згідно з відомими нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти

годинною робочою зміною, оскільки в цеху отримання вінілхлориду є шкідливі умови праці.

Таблиця 5.1 – Персонал підприємства

На виробництві обовязковими працівниками, які необхідні для виконання відповідного обсягу робіт і повної комплектації робочих місць протягом зміни, є: начальник зміни, фахівець з електроніки, та слюсар-механік. На підставі цього приймаємо Чяв =3 особи.

Графік змін на підприємстві: 1-а зміни: 6.00-12.00; 2-а зміна: 12.00 -18.00; 3-я зміна: 18.00- 00.00; 4-а зміна: 00.00- 6.00.

Для забезпечення безперервності виробництва необхідно 5 бригад. Складемо графік змінності (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 - Графік змінності основних виробничих працівників

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

де $T_{зм.об.}$ – змінооборот, днів; $T_{вих.}$ - кількість вихідних; $T_{відп.}$ - відпустка.

Розраховуємо чисельність персоналу за списком:

Розрахуємо фонд оплати праці:

Відрахування на соціальні заходи здійснюються за встановленим законодавством ставками від витрат на оплату праці і складає 22%.

Затрати на сировину зручно привести у вигляді таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок вартості сировини для виробництва вінілхлориду

Річні затрати на сировину та реагенти: $З_с = 3\ 246\ 026\ 760$ грн./рік

Витрати на електроенергію. Розрахуємо витрати на електроенергію за нерегульованим тарифом, тариф за приєднану потужність: $Т_{пр} = 2$ грн/кВт; Потужність обладнання: $Н_{об} = 60$ кВт/т; Освітлення цілодобове: $Н_{ос} = 30$ кВт/добу.

Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік. Річні витрати на

електроенергію:

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 1100 м^2; тарифна ставка на опалення: 33 грн../м^2 міс; Сезон опалення: 6 місяців

Амортизаційні відрахування. Здійснюються за прийнятими методами і нормами.

Таблиця 5.4 - Розрахунок вартості ОЗ підприємства з виробництва аміачної селітри

Сумарна вартість основних фондів:

Розраховуємо величину амортизаційних відрахувань:

Сумарні цехові витрати наведено у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Сумарні затрати цеху виробництва аміачної селітри

Продовження таблиці 5.5

Ціна реалізації кінцевої продукції , розрахуємо ціну річного випуску продукції:

Визначаємо прибуток підприємства:

Рентабельність підприємства:

Коефіцієнт економічної ефективності:

Період повернення капіталовкладень:

Фондовіддача основних засобів виробництва:

Фондоємність:

Фондоозброєність персоналу:

Зведемо всі розраховані в розділі 5.2 показники до таблиці 5.11

Таблиця 5.11 - Основні техніко - економічні показники підприємства з виробництва вінілхлориду

За знайденими техніко-економічними показниками можна зробити висновок, що дане підприємство є прибутковим.

5.3 Техніко-економічне порівняння базового безупарочного способу отримання аміачної селітри і розрахованого на підставі компютерного розрахунку

Порівняння базового безупарочного способу отримання аміачної селітри і розрахованого на підставі компютерного розрахунку проводиться за кількстю витрат реагентів. Собівартість продукції буде відрізнятись, оскільки в розрахованому на підставі компютерного розрахунку методі не враховується необхідність подавати в реактор азотну кислоту в надлишку 1-2%, що забезпечує повноту поглинання аміаку.

Розрахуємо кількість азотної кислоти, необхідної для виробництва базовим способом:

Таблиця 5.3 - Розрахунок вартості сировини для виробництва вінілхлориду базовим безупарочним способом:

Річні затрати на сировину та реагенти: $З_с = 3275328960$грн./рік

Сумарні цехові витрати наведено у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Сумарні затрати цеху виробництва аміачної селітри

Ціна реалізації кінцевої продукції , розрахуємо ціну річного випуску продукції:

Визначаємо прибуток підприємства:

Рентабельність підприємства:

Коефіцієнт економічної ефективності:

Період повернення капіталовкладень:

.

6 Охорона праці

Технологічний об’єкт, що розглядається - виробництво аміачної селітри безупарочним способом, яке містить в обігу шкідливі, вибухонебезпечні речовини. Також в даному об’єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Всі проектні рішення прийнято із урахуванням вимог охорони праці.

На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблені заходи щодо створення здорових умов праці та пожежної безпеки.

6.1 Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на об’єкті, що проектується. Заходи з охорони праці

6.1.1 Повітря робочої зони

Роботи, що виконувались в цеху по важкості відноситься, відповідно до категорії IIа. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

З метою забезпечення нормативних рівнів параметрів мікроклімату і чистоти робочої зони передбачені наступні засоби та заходи: механізація і автоматизація тяжких і працемістких робіт; дистанційне управління процесами й апаратами; раціональне розміщення устаткування, агрегатів і т.п.; наявність теплоізоляції устаткування, агрегатів, комунікації й інших джерел, що випромінюють на робочих місцях тепло.

Нижче в таблиці 6.2 наведено коротку санітарну характеристику підприємства, що розглядається, а саме цеху виробництва аміачної селітри.

Таблиця 6.2 Санітарна характеристика виробництва

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду VIII-б.

У приміщенні цеху передбачено використання природного, штучного, суміщеного та локалізованого освітлення.

Природне освітлення являє собою комбіновану систему поєднання верхнього й бокового освітлення. Штучне освітлення представлене системою, в якій світильники розміщують у верхній зоні приміщення.

У таблиці 6.3 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Таблиця 6.3 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна, ремонтна, охоронна. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

У вибухонебезпечних зонах проектом передбачене використання пилозахищених люмінесцентних світильників. Для виміру й контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксметри Ю-117 з періодичністю виміру 1 раз на рік і після ремонту освітлювальних установок та заміни ламп.

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУТП, схема якого наведена на рисунку 6.1. Площа цього приміщення становить 20 м^2. В цьому приміщенні розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

Рисунок 6.1 – Схема операторної кімнати виробництва

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК, складає 200 лк за освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО=1%, що не відповідає нормативному КПО.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 20м^2, ширина А якої складає 5м, довжина В – 4м, висота - 3м. Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою [20]:

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 300 Лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=20м2);

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z = 1,1);

K - коефіцієнт запасу, в нашому випадку K = 2);

η - коефіцієнт використання світлового потоку, що характеризується коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{ст.}$) і стелі ($\rho_{стелі}$)), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{ст}$ = 50% і $\rho_{стелі}$ = 50%.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

де h_p – розрахункова висота підвісу ($h_p = h_1 - h_2$, h_p=1м).

Знаючи індекс приміщення I знаходимо значення η = 0,56.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ-40, світловий потік яких F = 3120 Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у

світильниках за формулою:

де N – кількість ламп, що визначається; F - світловий потік; Fл - світловий потік лампи.

В приміщенні використовуються світильники типу НОДЛ. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 4 світильники із 2 працюючими лампами в них.

Схема розташування світильників в операторській (приміщення на рисунку 6.1) зображена на рисунку 6.2.

Рисунок 6.2 – Схема розташування світильників в приміщенні

6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: електродвигуни, вентилятори. Джерелами шумів на виробництві є реактор, сепаратори, грануляційна башта.

Згідно у виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку становить 80 дБА. Згідно допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 дБ, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 дБ,

для 3-ї ступені шкідливості - більше 3,1 дБ. Дане виробництво належить до 2-го ступеня шкідливості по вібрації.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у

вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин.

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно з передбачено м'які протишумові вкладки. Для захисту рук від дії вібрацій застосовують рукавиці з спеціальними віброзахисними вставками.

Для захисту від вібрацій що передаються через ноги передбачено взуття товстою резиновою підошвою. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач шуму та вібрації марки ВШВ-003.

6.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Для змінного струму із частотою 50 Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі *Iл* = 6 мА, *Uдот* = 36 В; при нормальному режимі роботи електричного обладнання *Iл*=0,3 мА, *Uдот* = 2В.

Згідно з [21] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

де *Rл = 2…4* кОм, опір тіла людини;

R0 = 4 Ом, опір нейтралі заземлення;

Uф =220 В, фазова напруга, В.

Напруга дотику розраховується за формулою:

Таблиця 6.5 – Класифікація приміщень по ступеню небезпеки враження електричним струмом

Для забезпечення електробезпеки передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення, захисне відключення, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, огороджувальні пристрої, блокування, попереджувальна сигналізація, попереджувальні плакати. Також використовується подвійна ізоляція.

У виробничих приміщеннях передбачена періодична перевірка вибраних типів проводів**,** освітлювальної арматури, пускачів електродвигунів та іншого електроустаткування.

Для забезпечення індивідуального захисту використовують діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огородження, захисні окуляри. Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижневими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування

Аміак та азотна кислота вибухонебезпечні та мають токсичність середньої сили, тому необхідно дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з ним.

Дія аміаку на організм людини проявляється у пошкодженні органів дихання, очей, слизових оболонок та шкіри. Людина скаржиться на свербіж та почервоніння, опіки шкіри, різі в очах та сльозотечу, ядуху, сильний кашель. У випадку попадання рідкого аміаку і його розчинів на шкіру можливе обмороження. При високих концентраціях парів аміаку – судоми. Смерть настає частіше – через декілька годин або після отруєння від набряку легень і гортані.

У залежності від клінічних ознак, розрізняють 3 ступені важкості отруєння аміаком:

1. Легкий ступінь отруєння – подразнення слизової оболонки очей (сльозотеча), ураження верхніх дихальних шляхів (чхання, дере у горлі, печія, біль в горлі при ковтанні).

2. Середній ступінь отруєння – головна біль, загальна слабкість, запаморочення, порушення ходи, нудота, блювота, серцебиття, судоми.

3. Тяжкий ступінь отруєння – порушення дихання та діяльності серцево-судинної системи, судоми.

Пари азотної кислоти викликають подразнення дихальних шляхів , а сама кислота залишає на шкірі довгозаживаючі язви. При потраплянні на шкіру виникає характерне жовте забарвлення шкіри. При нагріванні або під дією світла кислота розкладається з виділенням високотоксичного діоксиду азоту NO2 – газу бурого кольору.

Роботи з цими речовинами відносяться до робіт підвищеної небезпеки ,тому до виконання робіт допускаються особи, які досягли 18-років; пройшли медичний огляд та не мають медичних протипоказань; пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці; вміють користуватися засобами індивідуального захисту.

Перед початком роботи необхідно:

- включити вентиляцію.
- перевірити: наявність і стан засобів індивідуального захисту; справність технологічного обладнання. При виявленні несправностей обладнання та засобів індивідуального захисту сповістити керівника;
- транспортування азотної кислоти та аміаку повинно здійснюватись засобом, який виключає можливість попадання його у виробниче та навколишнє середовище;

Загальні вимоги безпеки виробничого устаткування визначені ГОСТом 12.2.003-91 тобто безпечність виробничого устаткування досягається: застосуванням у конструкції засобів захисту; дотримання ергономічних вимог; включення вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту та зберігання устаткування.

Складові частини виробничого устаткування (приводи, трубопроводи, кабелі тощо) виконані таким чином, щоб не допустити їх випадкового пошкодження, яке може призвести до появи небезпеки.

Елементи устаткування, з якими може контактувати людина зроблені так, що не мають гострих країв, кутів, а також нерівних, гарячих чи переохолоджених поверхонь.

Конструкція устаткування забезпечує захист людини від ураження електричним струмом, запобігає накопиченню зарядів статичної електрики. Устаткування оснащене засобами сигналізації про порушення нормального режиму роботи, а в необхідних випадках (аваріях, небезпечних пошкодженнях і режимах, близьких до небезпечних) - засобами автоматичної зупинки, гальмування та вимкнення від джерел енергії.

Технічні характеристики та параметри устаткування відповідають фізіологічним, психофізіологічним та психологічним можливостям людини. Робочі місця та їх елементи, що входять у конструкцію устаткування, забезпечують зручність та безпеку працівникам. Виробниче устаткування, обслуговування якого пов'язане із переміщенням персоналу, обладнане безпечними та зручними за конструкцією і розмірами проходами, майданчиками, сходами, поручнями і т. ін.

Для того, щоб забезпечити безпеку людини, надійність і зручність експлуатації виробничого обладнання було прийнято:

- Забезпечувати безпеку працюючих при монтажі, введенні в експлуатацію та експлуатації обладнання;

- Використовувати органи управління і відображення інформації, відповідні ергометричний вимогам і розташовані таким чином, щоб не викликати підвищену стомлюваність і негативно психологічний вплив;

- Використовувати систему управління обладнанням, що забезпечує надійне і безпечне її функціонування на всіх режимах роботи і при всіх зовнішніх впливах в умовах експлуатації обладнання.

6.2 Пожежна безпека

На виробництві, що проектується, можливими джерелами пожежі є перенавантаження електроустаткування, нагріті стінки обладнання, іскри електрообладнання та від тертя деталей машин, виникнення електричної дуги при обриві ланцюгів високої напруги, перегріву електроустаткування.

У таблиці 6.2.1 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю . При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, протипожежний водопровід, пожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, вогнегасники типу ВВ, ВХП, ОУ, ОП; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу.

Для підігрівачів передбачено застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Всі електроустановки оснащені плавкими запобіжниками від струмів короткого замикання.

Встановлюється охоронно - пожежна сигналізація автоматичного типу. Перед початком роботи трубопроводи будуть продуватись повітрям з

перевіркою результатів продувки. Для захисту електроустаткування від загоряння використовують регулярне технічне обслуговування, фарбування електроустаткування негорючими матеріалами .

ВИСНОВОК

Виконано проект по комп’ютерному розрахунку процесу отримання аміачної селітри. Проаналізовано особливості технологічних параметрів процесу, фізико-хімічні властивості сировини та готової продукції, дано характеристику методу отримання аміачної селітри безупарочним способом.

В проекті було обґрунтовано норми технологічних режимів, вимоги до якості сировини та продуктів процесу, наведена технологічна схема процесу та її опис.

Проведено комп’ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу за допомогою програми - симулятора CheCAD 6.3.1.

В програмному середовищі С++ було розроблено програмний модуль для перевірочного розрахунку параметрів реакційної колони.

Запропоновано схему автоматизації процесу з урахуванням технологічних параметрів. Визначено прилади які доцільно використовувати для автоматизації процесу.

Було розраховано основні техніко-економічні показники для обґрунтування впровадження системи автоматизації у виробництво.

Визначено основні засоби охорони праці виробництва аміачної селітри.

Список використаної літератури

1. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств [Текст]: учебное пособие для вузов / В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.

2. Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности [Текст]: учебное пособие / Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Химия, 1988. – 287 с.

3. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (ч.1 Зв'язаний азот): підручник / Лобойко О.Я., Товажнянський Л.Л., Слабун І.О. та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2001. – 512 с.

4. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту освітньо – кваліфікаційного рівня "бакалавр" за напрямом підготовки 0925 "Автоматизація та компютерно інтегровані технології" [Текст] / Г.О. Статюха та ін.; НТУУ «КПІ» – К.: ТВЦ "Політехніка", 2007. – 55 с.

5. Общий курс процессов и апаратов химической технологии [Текст]: Учебник для вузов в 2 ч. / В. Айнтштейн, М. Захарова, Г. Носов и др. – М.: Физматкнига, Логос, 2006. – 1758 с.

6. Основы химической технологии [Текст]: учебник для студентов хим.-технол. спец. вузов / И.П. Мухленов, А.Е. Горштейн, Е.С. Тумаркина; под ред. И.П. Мухленова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.

7. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст]: учеб. пособие для вузов / К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Носков; под ред. П.Г. Романкова. – Л: ГОСХИМИЗДАТ, 1961. – 574с.

8. Процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник для вузов в 2 ч. Часть 1 / / Л.Л. Товажнянский, А.П. Готлинская, В.А. Лещенко и др.; под. общ. ред. Л.Л. Товажнянского; Нац. технический ун-т «Харковский политехнический ин-т». – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 632 с.

9. Процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник для вузов в 2 ч. Часть 2 / Л.Л. Товажнянский, А.П. Готлинская, В.А. Лещенко и

др.; под. общ. ред. Л.Л. Товажнянского; Нац. технический ун-т «Харковский политехнический ин-т». – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 532 с.

10. Кафаров, В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии [Текст]: Учебное пособие для вузов. / В.В. Кафаров – М.: изд. Химия, 1971. – 496с.

11. Каталог-справочник «Колонные аппараты» [Текст] / – изд. Центихимнефтемаш, 1966.

12. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппарты химической технологии [Текст] / А.Г. Касаткин – М.: Химия, 1973. – 752 с.

13. Агейкин, Д.И. Датчики контроля и регулирования. Справочные материалы [Текст]: изд. 2-е. / Д.И. Агейкин, Е.Н. Костина, Н.Н. Кузнецова – М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.

14. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие [Текст]: изд. 3-е. / под редакцией Б.Д. Кошарского – Л.: Машино-строение, 1976. – 488 с.

15. Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности [Текст]: учебное пособие / Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Химия, 1988. – 287 с.

16. Полоцкий, Л.М. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации [Текст] / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М.: Химия, 1982. – 296 с.

17. Мухленов И.П. Общая химическая технология. В 2-х частях. Учебник для вузов. Ч. 2. Важнейшие химические производства [Текст] / А.Я. Авербух, Д.А. Кузнецов, А.Г. Амелин – М.: Химия, 1977. – 285 с.

18. Клевке В.А. Технология азотных удобрений. [Текст] / Н.Н. Поляков, А.З. Арсеньева – М.: Химия, 1956. – 282.с.

19. Оборудование КИПиА - датчики давления, уровнемеры, манометры, расходомеры, газоанализаторы, теплосчетчики, датчики уровня, преобразователи давления [Електронній ресурс] / НПО "РИЗУР" // Каталог

обладнання контрольно-вимірювальних приладів та автоматизації. – 2007. – Режим доступу до каталогу: http://rizur.ru/.

20. Газовые, электрические отопительные котлы. Шаровые краны. Теплообменники. Naval, Danfoss, Grundfos [Електронній ресурс] / ВАТ «Компания Комси» // Каталог обладнання. – 1998. – Режим доступу до каталогу: http://www.comsy.ru/.

21. Датчики влажности, терморегуляторы, термопары. КИПиА от производителя [Електронній ресурс] / НВК «Рэлсиб» // Каталог обладнання контрольно-вимірювальних приладів та автоматизації. – 2007. – Режим доступу до каталогу: http://www.relsib.com/.

22. КИПиА - контрольно измерительные приборы: датчики, контроллеры, регуляторы, измерители, терморегуляторы. Датчики температуры, давления и уровня производство КиП ОВЕН Украина Харьков [Електронній ресурс] / Компания ОВЕН // Каталог обладнання контрольно-вимірювальних приладів та автоматизації. – 2007. – Режим доступу до каталогу: http://owen.com.ua/.

23. Економіка підприємства: навч. посібник [Текст] / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 264 с.

24. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст]: ДСН 3.3.6.042-99 - № 42; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.

25. Естественное и искусственное освещение [Текст]: НиП II-4-79 - М.: Стройиздат, 1980.-48 с.

26. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник [Текст] / Д.В. Зеркалов. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.

27. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст]: ДСН 3.3.6.037-99 - № 37; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.

28. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [Текст]: ДСН 3.3.6.039.99 - № 39; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.

29. Средства и методы защиты от шума. Классификация [Текст]: ГОСТ 12.1.029-80 - N 5237 утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 октября 1980 г.

30. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Текст]: ГОСТ 12.1.038-92

31. Система стандартов безопасности труда. Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия [Текст]: ГОСТ 12.4.121-83

32. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений [Текст]: СНиП 2.01.02-85.

33. Определение категорий помещений по взрывной и пожарной опасности [Текст]: ОНТП 24-86

ДОДАТКИ

Додаток А

Звіт про потоки з Chemcad

Додаток Б

Лістинг розрахунків у MathCad

Додаток В

Алгоритм обчислювального модуля

Додаток Г

Код програмного модулю

Додаток Д

Таблиця Д.1 – Специфікація приладів

Продовження таблиці Г.1

Продовження таблиці Г.1