

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ | 9 |
| ВСТУП | 10 |
| 1. Технологічна схема виробництва пластифікатора | 11 |
| 1.1 Характеристика пластифікатора | 11 |
| 1.2 Опис технологічної схеми виробництва пластифікатора | 12 |
| 2. Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва пластифікатора | 15 |
| 2.1 Виконання структурного аналізу | 15 |
| 2.2 Розрахунок матеріального балансу в середовищі ChemCAD | 17 |
| 3 Розробка моделі каналу керування концентрацією в змішувачі | 22 |
| 3.1 Математичний опис змішувача | 22 |
| 3.2 Знаходження передавальної функції змішувача для каналу керування | 24 |
| 3.3 Розрахунок оптимальних налаштувань ПІД-регулятора | 26 |
| 3.4 Аналіз якості перехідного процесу | 30 |
| 4 Побудова стратегії керування в середовищі системі Experion PKS | 31 |
| 5 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання пластифікатора | 34 |
| 5.1 Аналіз параметрів технологічної схеми | 34 |
| 5.2 Опис схеми автоматизації | 37 |
| 5.2.1 Контроль та регулювання температури | 37 |

| | |
|--|----|
| 5.2.2 Контроль та регулювання витрат | 38 |
| 5.2.3 Контроль та регулювання рівня | 38 |
| 6 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва пластифікатора на основі продуктів переробки ПЕТ | 40 |
| 6.1 Схема організації цеху виготовлення пластифікатора | 40 |
| 6.2 Технологічна підготовка виробництва | 41 |
| 6.3 Чисельність персоналу | 43 |
| 6.4 Контроль виробництва | 44 |
| 6.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва | 45 |
| 6.6 Розрахунок техніко-економічних показників | 48 |
| 7 Охорона праці | 49 |
| 7.1 Виявлення шкідливих та небезпечних виробничих факторів | 49 |
| 7.1.1 Повітря робочої зони | 49 |
| 7.1.2 Виробниче освітлення | 51 |
| 7.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій | 54 |
| 7.1.4 Електробезпека | 54 |
| 7.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання | 55 |
| 7.2 Пожежна безпека | 56 |
| Висновок | 57 |
| Список використаних джерел | 58 |
| Додаток А Розрахунок параметрів системи керування концентрацією при використанні ПД-регулятора | 59 |
| Додаток Б Специфікація устаткування | 67 |
| Додаток В Показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів, класифікація цеху за пожежо і вибухо небезпечністю | 70 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МТБ – матеріальний баланс;
ХТС – хіміко-технологічна система;
 P – тиск;
 T – температура;
ФОП – фонд оплати праці;
ПЕТ – поліетилентерефталат;
FBD – function block diagram;
ОФ – основні фонди;
ОбЗ-оборотні засоби;
А – амортизація основних фондів;
С – собівартість;
П – прибуток;
Ц – ціна;
ФОП – фонд оплати праці;
КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 9 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

ВСТУП

У всьому світі тепер велику увагу приділяють не тільки виробництву полімерних матеріалів, але і їх утилізації та переробці. Тому що полімерні матеріали є основними забруднювачами навколишнього середовища на даний час

На вторинну переробку в Україні потрапляє близько 3% використаних ПЕТ. Поліетилентерефталат, що не потрапив на переробку, стає сміттям, для початку процесу розкладу якого необхідно більше 300 років. Виробництво в світі зростає на 20% в рік. Тому виникає питання про переробку пет.

Пластифікатори є добавками, що збільшують пластичність або зменшують в'язкість матеріалу. Це ті речовини, які додаються для зміни фізичних властивостей. Вони зменшують притягання між полімерними ланцюгами, щоб зробити їх більш гнучкими. Протягом останніх 60 років було оцінено понад 30 000 різних речовин за своїми пластифікаційними властивостями. З них лише невелика кількість - приблизно 50 - сьогодні в комерційному використанні. Домінуючими застосуваннями є пластмаси, особливо полівінілхлорид (ПВХ). Властивості інших матеріалів також поліпшуються при змішуванні з пластифікаторами, включаючи бетон, глини та суміжні вироби.

Метою дипломного проекту є дослідження процесу отримання пластифікатора, під час виробництва якого відбувається не тільки переробка поліетилентерефталату, але й виготовлення корисного продукту – пластифікатора. Визначення його основних технологічних параметрів, розрахунок матеріальних балансів, розробка програмного модуля для розрахунку контуру керування концентрацією та визначення налаштувань ПД-регулятора, розробка схеми автоматизації виробництва, оцінка його техніко-економічних показників та аналіз умов праці на підприємстві.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 10 |

1 Технологічна схема виробництва пластифікатора

1.1 Характеристика пластифікатора

Пластифікатори є домішками, найчастіше фталевими. Як правило, вважається, що пластифікатори працюють шляхом вкладання між ланцюгами полімерів, розділяючи їх між собою (збільшуючи "вільний об'єм") і тим самим значно знижуючи температуру переходу для пластмаси та роблячи її м'якше. Що стосується пластмас, то, чим більше пластифікаторів додано, тим нижче температура їх холодногерметизації [1].

Пластифікатори дозволяють досягти поліпшених складових характеристик обробки, а також забезпечують гнучкість у кінцевому продукті.

Пластифікатори виступають в якості хімічних домішок, які можна додавати до бетонних сумішей для підвищення якості. Для того, щоб виготовити міцніший бетон, додають менше води, що робить бетонну суміш складною для змішування, що вимагає використання пластифікаторів, водневих [3].

Існує кілька методів пластифікації:

Зовнішня (первинна) пластифікація — пластифікація речовинами, які хімічно зв'язуються з полімером і можуть вилучатися шляхом випаровування, екстракції і т. д [2].

Внутрішня (вторинна) пластифікація — пластифікація речовинами, які хімічно зв'язуються з полімером, в результаті чого властивості пластифікованих матеріалів стабільні в часі [2].

Зовнішня пластифікація, в свою чергу, ділиться на структурну і молекулярну. Молекулярний пластифікатор — пластифікатор першого роду — термодинамічно сумісний з полімером і діє подібно розчиннику [2]. Структурний пластифікатор — пластифікатор другого роду — термодинамічно несумісний з полімером і діє на рівні великих надмолекулярних структур [2].

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 11 |

В даній роботі розглянуто процес отримання пластифікатора, в основі якого лежить взаємодія поліетилентерефталату та триізопропаноламінової кислоти в середовищі з етиленгліколем.

Результатом проходження реакції є речовина C19O8NH31, що і є цільовим продуктом процесу.

1.2 Опис технологічної схеми виробництва пластифікатора

Технологічна схема (рис.1.1) зображує процес виробництва пластифікатора, для якого є необхідним виконання наступних операцій:

- 1) Змішування етиленгліколю та триізопропаноламіну в змішувачі 5;
- 2) Реакція отриманої 50% суміші триізопропаноламіну та етиленгліколю з ПЕТ;
- 3) Фільтрація розчину триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в етиленгліколі;
- 4) Випаровування етиленгліколю з очищеного розчину триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти при температурі 250°C;
- 5) Охолодження розчину триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в теплообміннику до температури 120 °C;
- 6) Змішування розчину триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти з водою та отримання кінцевого продукту (водний розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти) в змішувачі 11;

На рисунку 1.1 наведена технологічна схема виробництва пластифікатора.

Рисунок 1.1 – Технологічна схема процесу отримання пластифікатора на основі продуктів перетворення ПЕТ:

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 12 |

1 – бункер ПЕТ; 2 – дозатор ПЕТ; 3 – ємність триізопропаноламіну; 4 – ємність етиленгліколю; 5 – змішувач; 6 – реактор отримання триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти з етиленгліколем; 7 – фільтр грубого очищення; 8 – рекуперативний випарний апарат (для випаровування етиленгліколю); 9 – теплообмінник; 10 – ємність води; 11 – ємність готового продукту; I – подрібнений ПЕТ; II – триізопропаноламін; III – етиленгліколь; IV – 50% суміш триізопропаноламіну та етиленгліколю; V – розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в етиленгліколі; VI – очищений розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в етиленгліколі; VII – вода; VIII – готовий продукт (водний розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти (пластифікатор); XI – осад.

Триізопропаноламін та етиленгліколь надходять до змішувача 5, після чого 50% суміш триізопропаноламіну та етиленгліколю надходить до реактора 6, де відбувається реакція отриманої суміші з поліетилентерефталатом при температурі 200°C. Після завершення реакції отримуємо продукт – розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в етиленгліколі. Цей розчин потребує очищення від осаду, тому наступним кроком є надходження розчину триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в етиленгліколі до фільтру. Робочий тиск на фільтрі складає 0,3-0,4 МПа. Одразу після фільтру очищений розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти в етиленгліколі прямує до випарного апарату, де відбувається випаровування етиленгліколю при температурі 250°C. Етиленгліколь, що випарувався, йде на повторне використання, а саме 490 кг. Очищений розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти після випарного апарату прямує на теплообмінник, де охолоджується до 120 °C. Наступним кроком є змішування отриманого охолодженого розчину з водою. Речовина, яку отримують після змішування, і є цільовий продукт –

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 13 |

пластифікатор (водний розчин триізопропаноламінової солі ефіру терефталевої кислоти).

Проведений аналіз процесу отримання пластифікатора показав, що комп'ютерний розрахунок потребує вирішення наступних задач:

- 1) Розрахунок матеріальних балансів технологічної схеми;
- 2) Розрахунок контуру керування концентрацією з використанням обраної математичної моделі
- 3) Побудова стратегії керування в середовищі Experion PKS;
- 4) Розробка схеми автоматизації процесу;
- 5) Виконання техніко-економічних розрахунків та визначення оптимальних умов праці на підприємстві.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 14 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

2 Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва пластифікатора

2.1 Розрахунок матеріального балансу у середовищі ChemCAD

Технологічна схема заданого процесу має один зворотній зв'язок, а саме потік 3. Етиленгліколь, який присутній на технологічній схемі в цьому потоці, є середовищем для проходження реакції суміші триізопропаноламіну та етиленгліколю з ПЕТ і не впливає на матеріальний баланс, тому речовина і рецикл етиленгліколю при моделюванні схеми не використовувалися, в зв'язку з цим випарний апарат 8, який використовувався для відділення етиленгліколю від суміші триізопропаноламіну, не був використаний при моделюванні схеми. Фільтр, бункер, дозатор та ємності для речовин не є масообмінними апаратами, тому вони теж не були використані при моделюванні технологічної схеми в середовищі ChemCad, так як не впливають на матеріальний баланс

Також слід звернути увагу на те, що реактори в середовищі ChemCAD мають один вхід, тому для проведення реакції необхідно всі вхідні речовини звести в один потік, який буде надходити до реактора. До структурної схеми був доданий змішувач (2), з метою поєднання I (ПЕТ) та IV (суміш триізопропаноламіну) потоків. Виходячи з прийнятих рішень, було складено таблицю відповідності, яка наведена нижче (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Список використаних блоків та матеріальних потоків

Нижче зображена структурна схема отримання поліетилентерефталату (рис. 2.1).

Рисунок 2.1 – Структурна схема отримання поліетилентерефталату

Визначимо послідовність розрахунку апаратів. Для цього складаємо матрицю суміжності A:

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 15 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

Визначення комплексів:

Виконуємо логічне множення матриці С и С транспонованої:

З матриці видно, що система не містить комплексів. Попередня послідовність розрахунку схеми: ППРС=[1, 2, 3, 4, 5].

2.2 Розрахунок матеріального балансу у середовищі ChemCAD

В середовищі Chemcad 6.3.1 було виконано розрахунок матеріальних балансів. Для цього була розроблена схема, яка зображена на рисунку 2.2, та виконані розрахунки. Під час створення матеріального балансу було враховано лише масообміні апарати. Результати розрахунку матеріального балансу схеми наведено в таблицях 2.4 – 2.7.

Рисунок 2.2 - Схема отримання триізопропаноламіну в CHEMCAD
6.3.1

Для створення схеми, зображеної на рис. 2.2 схему, було знайдено та використано з бібліотеки потрібні апарати. Апарати підбирались таким чином, щоб відбувалось найбільш точне відображення характер реальних апаратів.

Відповідність апаратів на технологічній схемі обраним об'єктам в ChemCAD занесена до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Таблиця відповідностей

Такі апарати як фільтр та випарний апарат не були використані при моделюванні технологічної схеми в середовищі ChemCad, так як не впливають на матеріальний баланс.

Також слід зазначити, що етиленгліколь, який присутній на технологічній схемі в потоці III, є середовищем для проходження реакції суміші триізопропаноламіну та етиленгліколю з ПЕТ і не впливає на матеріальний баланс, тому рецикл етиленгліколю при моделюванні схеми не використовувався.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 16 |

Список використаних блоків та матеріальних потоків, що проходять між ними наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Список використаних блоків та матеріальних потоків

Опис блоків бібліотеки моделей:

- Simple heat exchanger – теплообмінний апарат.
- Mixer – змішувач. Зміщує кілька потоків в один.
- Kinetic Reactor – кінетичний реактор. Реактор для моделювання складних послідовних, або серійних реакцій. Застосовується коли відомі стехіометричні рівняння процесу.

Таблиця 2.4 – Специфікація апаратів

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс змішувача 1.

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс змішувача 2.

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс реактора 3.

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс змішувача 5.

Таблиця 2.9 – Загальний матеріальний баланс

Таблиця зі зведеним загальним матеріальним балансом підтверджує правильність виконаних розрахунків.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 17 |

3 Розробка моделі каналу керування концентрацією в змішувачі

3.1 Математичний опис змішувача

Концентрація речовини є одним з найрозповсюдженіших регульованих параметрів хімічного виробництва. Всі хімічні об'єкти з регульованою концентрацією можна розділити на змішувачі та реактори [5].

Процеси змішування протікають без хімічної взаємодії реагентів. Обов'язковим елементом будь-якого реакторного процесу є хімічна реакція між речовинами, що взаємодіють [5].

Розрахункова схема представлена на рис. 3.1.

Для змішувача постійного об'єму V , схематично зображеного на рис. 3.1, необхідно отримати математичний опис змішувача, де концентрація на виході C_3 залежить від масової витрати і концентрації триізопропаноламіну та етиленгіколю (Q_1 та Q_2 відповідно) в потоці [5].

(3.1)

Рисунок 3.1 – Розрахункова схема змішувача

Приймаємо, що при змішуванні об'єми речовин та температура в змішувачі залишаються незмінними.

При складанні математичних описів об'єктів з регульованою концентрацією зазвичай виходять з матеріального балансу речовини, концентрація якого підтримується [5].

В даному випадку статика об'єкта керування буде:

(3.2)

G_1 – надходження етиленгіколю в змішувач; G_2 – надходження триізопропаноламіну в змішувач; G_3 – вихід суміші з апарату.

де V – об'єм рідини в змішувачі.

(3.3)

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|------------------------|-----|
| | | | | | ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 18 |

де Q_1 – витрата етиленгліколю на вході в змішувач; ρ_1 – густина етиленгліколю.

(3.4)

де Q_2 – витрата триізопропаноламіну на вході в змішувач; C_2 – концентрація триізопропаноламіну на вході в змішувач.

(3.5)

де Q_3 – витрата розчину на виході з змішувача; C_3 – концентрація триізопропаноламіну на виході з змішувача.

З урахуванням кількості акумульованої і змішуваної речовини за рахунок зміни концентрації C в нестационарному (динамічному режимі) отримаємо рівняння динаміки змішувача [5]:

(3.6)

З урахуванням рівнянь (3.3)-(3.5) запишемо:

(3.7)

Записуємо рівняння динаміки в приростах, прийнявши $C_3=C$.

(3.8)

Поділимо праву і ліву частину рівняння (3.8) на Q_3 та виконаємо заміну, отримуємо наступне рівняння:

$x_2 = Q_1$ – збурювальний вплив;

Отримано лінійне рівняння динаміки концентрації речовин в змішувачі.

3.2 Знаходження передавальної функції змішувача для каналу керування

Диференціальне рівняння (3.9) запишемо згідно з перетворенням Лапласа:

(3.10)

Тоді передавальна функція по каналу керування буде мати наступний вигляд:

(3.11)

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|------------------------|-----|
| | | | | | ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ | Арк |
| | | | | | | 19 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

де p – оператор Лапласа; $x_1(p)$ - зображення за Лапласом керувального впливу.

При номінальному режимі роботи змішувача:

В якості регульованої величини обраємо зміну витрати етиленгліколю, в якості збурюючої – зміну витрати триізопропаноламіну.

Так як вихідна витрата дана у кілограмах за годину є необхідність перевести значення у метри кубічні за годину, для цього скористаємось схемою в програмному середовищі Chemcad. Після запуску симуляції в параметрах вихідного потоку знаходимо параметр «Total std V m3/h», отримуємо значення

Розраховуємо коефіцієнт підсилення каналу збурення:

(3.12)

Передавальна функція для каналу керування матиме вигляд:

(3.13)

Для здійснення регулювання змішувачем обраний ПІД-регулятор, який має можливість забезпечити необхідну якість регулювання. Передавальна функція виглядає наступним чином:

(3.14)

де, k – коефіцієнт підсилення регулятора; $T_i, T_{пр}$ – постійні часу інтегральної і диференціальної складової регулятора.

Постійні часу інтегральної і диференціальної складової регулятора T_i та $T_{пр}$ зв'язують співвідношенням $\alpha = \frac{T_{пр}}{T_i}$. При цьому оптимальним співвідношенням для ПІД-регулятора є $\alpha = 0,5$. Тоді постійна часу $T_{пр}$ визначається часом T_i за наступним відношенням $T_{пр} = 0,5T_i$. З урахуванням цього формула (3.14) прийме вигляд [7]:

(3.15)

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|------------------------|-----|
| | | | | | ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 20 |

3.3 Розрахунок оптимальних налаштувань ПД регулятора

1) Задаємо уявну одиницю та відомі параметри

2) Записуємо передавальну функцію об'єкта за умовою:

(3.16)

Знаходимо передавальну функцію ПД регулятора:

;

(3.17)

4) Знаходимо передавальну функцію при розімкненій системі за формулою:

(3.18)

Будуємо АФХ розімкненої системи (рис.3.2):

(3.19)

Рисунок 3.2 – АФХ розімкненої системи з ПД регулятором

I-ша пара налаштувань:

5) Задаємо постійне значення $K_{p1} = 1$ та задаємо значення $T_i = 0,1$

6) Враховуючи запас стійкості системи, будуємо промінь під кутом

7) Методом послідовних ітерацій будуємо M-коло;

(3.20)

8) Будуємо графік (рис.3.3) на якому коло одночасно дотикається до променя і АФХ розімкненої системи.

Рисунок 3.3 – I-ша пара налаштувань ПД регулятора

9) Визначаємо необхідний коефіцієнт підсилення регулятора він рівний: $K_p = 0.212$

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 21 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

Необхідно знайти декілька пар налаштувань, що будуть забезпечувати запас стійкості замкненої системи.

II-га пара налаштувань :

При $T_i = 0,05$ визначено параметр $L_2=22$ та $k_p = 0.082$.

Графік побудови представлений на рисунку 3.4.

Рисунок 3.4 – II-га пара налаштувань ПІД регулятора

III-я пара налаштувань:

При $T_i = 0.01$ визначено параметр $L_3 = 136$ та $k_p = 0.013$. Графік побудови представлений на рисунку 3.5.

Рисунок 3.5 – III-я пара налаштувань ПІД регулятора

IV-а пара налаштувань:

При $T_i = 0.015$ визначено параметр $L_4 = 91$ та $k_p = 0.02$. Графік побудови представлений на рисунку 3.6.

Рисунок 3.6 – IV-а пара налаштувань ПІД регулятора

В результаті розрахунків було знайдено декілька пар налаштувань, для яких потрібно побудувати графік залежності K_p/T_i , отримати оптимальні значення налаштувань ПІД регулятора.

Записуємо у масив знайдені значення K_p та T_i , та будуємо графік залежності (рис.3.7)

Рисунок 3.7 – Залежність K_p/T_i

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № док.ум | Підпис | Дата | | 22 |

Рисунок 3.7 показує, що дотичну провести неможливо. Тому найкраща пара налаштувань буде визначатись як максимальне відношення K_p/T_i :

$$K_p/T_i =$$

Найкращою парою налаштувань ПІД регулятора є такі значення : $T_i = 0.1$, $K_p = 1$, $T_p = 0.05$.

3.4 Аналіз якості перехідного процесу

При отриманих оптимальних налаштуваннях, знайдених в середовищі MathCAD, було отримано графік перехідного процесу, який зображено на рисунку 3.8.

Рисунок 3.8 – Перехідний процес

Процес носить коливальний характер з перерегулюванням.

В результаті комп'ютерного розрахунку параметрів системи керування концентрацією була побудована її перехідна характеристика та підібрані налаштування ПІД-регулятора.

Тривалість перехідного процесу становить 1,25 с, ступінь загасання складає 86%, а перерегулювання – 36%.

Алгоритм розрахунку системи наведений у додатку А.

Підібрані налаштування дозволяють отримати прийнятну якість процесу керування змішувачем.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 23 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

4 Побудова стратегії керування в середовищі системі Experion PKS

Основним завданням при побудові систем автоматичного регулювання є правильний вибір, установка, наладка та експлуатація систем регулювання.

ПІД-регулятор відноситься до найбільш розповсюдженого типу регуляторів. Біля 90-95% регуляторів, що знаходяться в даний час в експлуатації, використовують ПІД алгоритм.

ПІД - регулятор реалізований у вигляді FBD блоку в програмному забезпеченні Experion PKS

Вигляд блоку ПІД регулятора представлений на рисунку 4.1.

Рисунок 4.1 – Блок під регулятора в програмному забезпеченні Experion PKS

Блок ПІД має два аналогових входи - змінна процесу (PV) і завдання (SP). Різниця між PV і SP являє собою помилку, і цей блок обчислює керуючий вхід (OP), який повинен звести помилку до нуля.

Першим кроком створення стратегії управління в системі Control Builder було створення модулю управління (рис.4.2).

Рисунок 4.2 – Створення модулю керування в системі Control Builder

Після створення модулю керування необхідно створити стратегію управління, додавши відповідні блоки вводу / виводу та блоки управління, такі як ПІД-регулятор, логічні блоки та інше.

Було виконано додавання функціональних блоків з меню Library Tree Window (вікно дерева бібліотеки).

Рисунок 4.3 – Вікно дерева бібліотеки

Таким чином, була зібрана схема (рис.4.4), яка складається з наступних блоків: AICHANNEL (призначений для перетворення вхідного аналогового сигналу в цифровий), DATAACQ (блок збору даних), PIDA (блок ПІД-

регулятора) та АОCHANNEL (призначений для перетворення керуючого сигналу з ПД-регулятора та передачі його на виконавчий механізм).

Рисунок 4.4 – Схема в середовищі Control Builder

Було виконано налаштування ПД-регулятора (рис.4.5) згідно з отриманими оптимальними налаштуваннями в середовищі MathCAD.

Рисунок 4.5 – Вікно налаштувань ПД-регулятора

Таким чином, в системі Experion PKS фірми Honeywell була побудована стратегія керування, яка дозволить виконати якісне регулювання процесом змішування.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 25 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

5 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання пластифікатора

Основна мета розробки схеми автоматизації – це вибір приладів та засобів автоматизації, які виконують такі функції, при яких даний процес здійснювався б найкращим шляхом, а саме: давав максимум виходу продукції з найкращою якістю працюючи без аварій, був зручним для технолога, для спостереження, та (при необхідності) для переналагодження на випуск продукції з іншими характеристиками. Для виконання цієї мети необхідно технологічне обладнання оснастити основними приладами та засобами автоматизації [9]:

- вимірювальними перетворювачами;
- вторинними вимірювальними приладами;
- засобами регулювання та керування регуляторами або програмованими і логічними контролерами
- виконавчими механізмами;
- регулюючими органами.

5.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Завданням технологічного процесу виробництва являється виготовлення кінцевого продукту – пластифікатора, з умовою підтримання встановленої норми виготовлення. Для того, щоб забезпечити виконання встановленої норми виготовлення пластифікатора та встановити перебіг процесу за заданими технічними показниками, необхідно впровадити регулювання таких параметрів, як: витрата триізопропаноламіну на вході до змішувача, витрата етиленгліколю на вході до змішувача, витрата поліетилентерифталату на вході до змішувача, температура в реакторі, витрата води на вході до ємності з водою [9].

Після проведення аналізу технологічної схеми було виконано визначення потрібного ступеню автоматизації виробництва. Після визначення

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 26 |

параметрів виробництва було встановлено норми технологічного режиму та допустимі відхилення.

Було визначено місця для заміру параметрів на технологічному об'єкті, номінальні значення параметрів та межі їх зміни опираючись на опис технологічної. Підібрані та встановлені дані наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва пластифікатора

Продовження табл. 5.1

Продовження таблиці 5.1

Нозроблена схема автоматизації процесу виготовлення пластифікатора, яка містить дев'ять регулюючих контурів та вісім контурів контролю (в тому числі один контур контролю та сигналізації).

Під час визначення приладів та засобів автоматизації, які будуть застосовуватись, рекомендується слідувати наступним правилам [9]:

- при регулюванні однакових параметрів технологічного процесу використовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Б.

5.2 Опис схеми автоматизації

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 27 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

5.2.1 Контроль та регулювання температури

Для вимірювання температури в контурах 7, 13 обрано термоперетворювачі марки ТСП-1187 (поз. 7-1, 12-1,13-1), які вимірюють температуру в діапазоні від -200°C – 600°C.

Сигнали від первинного перетворювача надходять до ПД - регулятора марки ТРМ10 (поз. 7-2,13-2), після чого регулюючий вплив від регулятора надходить до виконавчого механізму марки МЭО-40 (поз. 7-3, 13-3). Виконавчий механізм (поз. 7-3) регулює подачу теплоносія для підтримання температури 200 °С в реакторі, а виконавчий механізм з позначенням 13-3 виконує регулювання подачі дифельної суміші для підтримання температури 120 °С розчину триізопропаноламінової солі терефталевої кислоти після теплообмінника.

5.2.2 Контроль та регулювання витрат

Вимірювання витрати здійснюється за допомогою безкамерної діафрагми (поз. 1-1, 2-1, 10-1, 14-1). З витратоміра сигнал надходить на дифманометр (поз. 1-2, 2-2, 9-2, 10-2, 11-2, 14-2). Після вторинного перетворювача сигнал надходить на ПД – регулятор (поз. 1-3, 9-3, 10-3, 11-3, 14-3). Для контролю та регулювання витрати в контурах (поз. 9-1, 11-1, 14-1) використовується звужуючий пристрій –діафрагма безкамерна з діаметром умовного проходу 1000 мм, виготовлена зі сталі марки 12Х18Н10Т.

5.2.3 Контроль та регулювання рівня

Регулювання рівня у бункері з подрібненим поліетилентерефталатом здійснюється за допомогою первинного перетворювача, а саме акустичного рівнеміра «ЭХО-5Н» (поз. 17-1) та вторинного перетворювача – вимірювача двуканального (поз. 17-2). Сигнал з вторинного перетворювача надходить до ПД - регулятора (поз. 17-3), після якого, регулюючий вплив з регулятора надходить до виконавчого механізму марки МЭО-40 (поз. 17-4).

Регулювання рівня у ємності з триізопропаноламіном здійснюється за допомогою первинного перетворювача, а саме акустичного рівнеміра «ЭХО-

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 28 |

5Н» (поз. 4-1) та вторинного перетворювача – вимірювача двухканального (поз. 4-2). Сигнал з вторинного перетворювача надходить до ПД - регулятора (поз. 4-3), після якого, регулюючий вплив з регулятора надходить до виконавчого механізму марки МЭО-40 (поз. 4-4).

Регулювання рівня у ємності з етиленгліколем здійснюється за допомогою рівнеміра «ЭХО-5Н» (поз. 5-1) та вимірювача двухканального (поз. 5-2). Сигнал з вторинного перетворювача надходить до ПД - регулятора (поз. 5-3), після якого, регулюючий вплив з регулятора надходить до виконавчого механізму марки МЭО-40 (поз. 5-4).

Регулювання рівня у ємності з водою та готовим продуктом здійснюється за допомогою рівнеміра «ЭХО-5Н» (поз. 15-1, 16-1) та вимірювача двухканального (поз. 15-2, 16-2). Сигнал з вторинного перетворювача надходить до ПД - регулятора (поз. 15-3, 16-3), після якого, регулюючий вплив з регулятора надходить до виконавчого механізму марки МЭО-40 (поз. 15-4, 16-4).

Здійснення контролю, регулювання та сигналізації рівня змішувачі виконано за допомогою первинного перетворювача рівнеміра «ЭХО-5Н» - АП-91 (поз. 3-1), та вторинного перетворювача акустичного рівнеміра «ЭХО-5Н» - ППИ-5Н (поз. 3-2) та регулятора рівня рідини САУ-М7Е (поз. 3-3), який обладнаний сигналізацією верхнього та нижнього рівня заповнення змішувача.

Розроблена схема автоматизації дозволяє проводити процес отримання пластифікатора згідно з технічним регламентом.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 29 |

6 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва пластифікатора

6.1 Схема організації цеху синтезу пластифікатора

Напрями використання вторинного поліетилентерефталату (ПЕТ) в світі різноманітні. Біля третини вторинного ПЕТ використовується для виготовлення волокон для килимів, синтетичних ниток, одягу та текстилю.

Використання вторинного ПЕТ в якості пластифікатора, що вводяться до будівельних розчинів та бетонних сумішей з метою полегшення укладки в форму, є цікавим сучасним напрямом.

Проект передбачає виробництво пластифікатора на основі продуктів петворення поліетилентерифталату (ПЕТ), з потужністю достатньою для переробки 500 кг подрібненого ПЕТ.

Схема організаційної структури представлена на рисунку 6.1.

Рисунок 6.1 – Організаційна структура підприємства

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 30 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

6.2 Технологічна підготовка виробництва

Виробничі процеси підприємства поділяються на основні, допоміжні, підсобні та бічні наведені у таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Класифікація виробничих процесів цеху

Даний процес виробництва пластифікатора має безперервний режим роботи. За один цикл обробляється 500 кг ПЕТ.

Тривалість виробничого процесу складає 2 години і складається із 6 операцій таблиця 6.2, оскільки виробництво безперервне працює 4 зміни по 6 годин без перерв.

Таблиця 6.2 – Тривалість операцій виробничого процесу

Продовження таблиці 6.2

Послідовний рух предметів праці – це ВРПП, під час якого обробка сировини проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію.

Для даного виробництва пластифікатора доцільно використати послідовний ВРПП, так як вхідна сировина проходить стадії обробки таким чином, що завантажування наступної партії є неможливим, доки сировина не досягне стадії готового продукту.

Нижче приведені розрахунки кількості циклів за одну зміну 6 год.

Графік послідовного ВРПП по стадіям представлений на рисунку 6.2.

Рисунок 6.2 – Графік послідовного ВРПП

Отримуємо 3 цикли за зміну тривалістю 6 год.

За попередніми розрахунками за змодельованою схемою в середовищі ChemCad встановлено, що за одну зміну підприємство виробляє 2,499 тон готової продукції, за день – 7,497 тон, за рік – 2736,405 тон.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 31 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

6.3 Чисельність персоналу

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання обсягу робіт та для повної комплектації робочих місць за зміну. Підприємство працює з режимом роботи чотири зміни, котрі мають тривалість по 6 годин кожна для робочого персоналу та спеціалістів. Для керуючого персоналу та фахівців робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи однозмінний тривалістю робочої зміни 8 годин.

Персонал, який необхідний для підтримання неперервного виробництва, складається з наступних посад: начальник зміни(1), інженер механік(1), оператор(2), охоронець(2), прибиральниця(2). Адміністративно-керуючий персонал: директор(1), технолог(1), бухгалтер(1), інженер(1).

Отже, явочна кількість адміністративно-управлінського персоналу:

Графік змін на підприємстві: 1-а зміна: 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 6.3).

Таблиця 6.3 – Графік змінності робочого персоналу

де $T_{зм.об.}$ – змінооборот, днів; $T_{вих.}$ - кількість вихідних; $T_{зм.}$ – тривалість робочої зміни

Тривалість роботи підприємства на рік:

Розраховуємо чисельність персоналу за списком:

Графік змінності адміністративно-управлінського персоналу: одна зміна 09:30 – 17:30 год.

Таблиця 6.4 – Графік змінності адміністративного персоналу

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

Чисельність за списком для адміністративного персоналу дорівнює явочній чисельності.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 32 |

6.4 Контроль виробництва

Технічний контроль – сукупність методів, заходів та засобів, які забезпечують відповідність якості продукції яка випускається вимогам стандартів і нормативів. Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес.

Вхідний контроль – перевірка якості продукції, що надходить на підприємство, як сировини. На даному підприємстві це визначення якості вихідної сировини (вміст природного газу та повітря). Цей контроль проводиться лаборантами підприємства. Вони зобов'язані вести журнал вхідного контролю.

Проміжний контроль – це перевірка технологічної дисципліни при виконанні технологічного процесу. Виконується головним технологом, який веде журнал проміжного контролю.

Заключний контроль – це оцінка якості готової продукції, в нашому випадку поліетилентерефталату. Основна мета цього контролю – виявлення браку. Заключний контроль проводять технолог. Результати заключного контролю заносять до журналу заключного контролю, згідно якого оформляється паспорт на продукцію.

6.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

Оборотні засоби – матеріальні цінності і грошові засоби, які у розпорядженні підприємства, використовуються в процесі виготовлення продукції і повертаються підприємством. До оборотних засобів відносять:

- Заробітна плата;
- Затрати на сировину та електроенергію;
- Опалення;

Заробітна плата працівників цеху наведена в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Заробітна плата працівників підприємства

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докum | Підпис | Дата | | 33 |

Отже, сумарна З/П за місяць складає 373 000, а за рік складатиме 4 476 000 гривень.

Таблиця 6.6 - Розрахунок вартості сировини для виробництва

Розрахуємо витрати електроенергії.

Період роботи підприємства за рік $\tau = 8760$ год.

де Трег – тарифна ставка за регульованим тарифом: Трег= 1,45 грн./(кВт год.)-денний період, Трег= 0,38 грн./(кВт год.) – в нічний період.

Ррічоб – річна потужність обладнання, 5000 кВт (сумарна по всьому технологічному обладнанню):

Вартість оборотних засобів таким чином становить:

Основні фонди – це засоби праці, які багаторазово використовуються у виробництві, не змінюють свою форму тривалий час, а їх вартість враховується у вартість готової продукції.

До основних фондів належать:

- Будівлі і споруди
- Машини і обладнання
- Транспорт
- Виробничий інвентар
- Нематеріальні активи

Основні фонди зведені в таблицю 6.7, в якій амортизація розрахована за формулою:

де А – амортизація, грн/рік; Фпп – повна початкова вартість, грн; К – витрати на капітальні ремонти, грн; Р – витрати на поточні ремонти, грн;

Таблиця 6.7 – Основні фонди

6.6 Розрахунок техніко-економічних показників

Всі показники були зведені в таблицю 6.8.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 34 |

Таблиця 6.8 – Результати

Отримані результати засвідчують, що дане підприємство є досить вигідним, маючи рентабельність 60% та термін повернень капіталовкладень менше ніж два роки, а саме 1,71, підприємство доводить свою вигідність.

7 Охорона праці

Розглянувши технологічну схему отримання поліетилентерифталату можна прийти до висновку, що на виробництві використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, пожежонебезпечні матеріали та речовини, електрична, механічна, теплова енергії, енергія хімічних реакцій.

До небезпечного обладнання на даному виробництві можна віднести: фільтр (апарат під тиском), теплообмінник та випарний апарат. При проектуванні виробництва прийняті проектні рішення, які відповідають вимогам охорони праці та пожежної профілактики.

На базі аналізу шкідливих та небезпечних факторів виробництва, розроблені відповідні заходи щодо створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці та норм безпеки.

7.1 Виявлення шкідливих та небезпечних факторів. Заходи з ОП

7.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, роботи у цеху відносяться до категорії середньої важкості Пб. У таблиці 7.1 наведені оптимальні значення параметрів мікроклімату, прийняті проектом.

Таблиця 7.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 35 |

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), яка призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого газом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри (для вимірювання температури), психрометри (для вимірювання вологості) та анемометри (для визначення швидкості руху повітря).

В таблиці 7.2 приведено коротку санітарну характеристику підприємства, що розглядається, а саме цеху виробництва поліетилентерифталату.

Таблиця 7.2 – Коротка санітарна характеристика виробництва

Продовження таблиці 7.2

7.1.2 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 та суміщеного освітлення. Природне освітлення являє собою систему бокового освітлення. Штучне освітлення представлене системою, в якій світильники розміщують у верхній зоні приміщення. У таблиці 7.2 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 36 |

Таблиця 7.3 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень.

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, ремонтна. Для виконання ремонтних робіт та при відключенні робочого освітлення проектом передбачена система аварійного освітлення, яка працює від незалежного джерела живлення.

Для виміру й контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксометр LP471 PNOT з періодичністю виміру 1 раз на рік і після ремонту освітлювальних установок та заміни ламп.

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУТП. Площа цього приміщення становить 40 м^2 . Проведемо розрахунок необхідної кількості світильників для цеху операторів АСУТП (ширина - 5м, довжина - 8м, висота - 3м).

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо необхідний світловий потік за формулою:

(7.1)

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; $E = 300 \text{ Лк}$;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S=30\text{м}^2$);

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

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

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 37 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

(7.2)

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

Знаючи індекс приміщення I знаходимо значення $\eta = 0,5$ підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

(7.3)

В якості джерел світла при загальному штучному освітленні використовуються люмінесцентні лампи білого світла ЛБ-40, вмонтовані в світильник типу ПВЛ – 6 з напругою мережі 220 В. Тип світильника – ПВЛ – світильник пиловологонепроникний. Світловий потік яких $F = 3120$ Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

(7.4)

де N – кількість ламп, що визначається; F – світловий потік; F_l – 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

7.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Основне технологічне обладнання на виробництві поліетилентерифталату практично безшумне. Джерелом шуму є викиди водяної пари з випарника та теплообмінника, протікання речовин між апаратами, фільтр. За походженням цей шум належить до гідродинамічного.

Згідно ГОСТ 12.1.003-83, рівень шуму не повинен перевищувати 65 дБ А. В цеху операторів АСУТП рівень шуму знаходиться в межах норми – 50 дБ А. Для зменшення рівня шуму та вібрації в цеху проектом передбачені наступні заходи:

- насосні агрегати обладнано надійними звукоізолюючими пристроями, що представляють собою використання гнучких сполучень;

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 38 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

- змінюється число оборотів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою.

7.1.4 Електробезпека

Проектом передбачено здійснювати живлення електроустаткування від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 - 82 допустимі рівні напруги дотику (U_d) і струму, що проходить через тіло людини (I_l) дорівнює: при нормальному режимі роботи електроустаткування $U_d = 2В$, а $I_l = 0,3мА$; при аварійному - відповідно 36В і 6мА.

Однофазний дотик зустрічається набагато частіше, ніж двофазний. Такий дотик менш небезпечний, тому що до тіла людини прикладається лінійна напруга.

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

де $U_f = 220 В$ – фазна напруга; $R_l = 4000 Ом$ – опір тіла людини; $R_0 = 4 Ом$ – опір нейтралі заземлення.

I_l

При цьому напруга дотику складе:

Отже, розрахувавши струм, що проходить через людину і напругу дотику, та порівнявши їх з гранично допустимими (ГОСТ 12.1.038-82), порушення вимог правил електробезпеки може викликати тяжкі наслідки для здоров'я та життя людини. Тому передбачено вжити наступних заходів, щодо забезпечення електробезпеки.

Для забезпечення електробезпеки передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення електроустаткування; захист електропроводки від механічних ушкоджень, схованої; установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища, закриті пилонепроникні електродвигуни та світильники; захисне відключення електроустаткування. Передбачене використання захисного одягу та пристроїв: діелектричні рукавички,

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № док.ум | Підпис | Дата | | 39 |

інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, що ізолюють підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри, подвійна ізоляція. Передбачена недоступність струмоведучих частин, блокування в системах пуску і зупинки обладнання, систематичний контроль ізоляції. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше ніж дві особи. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного та аварійного відключення устаткування, а також звукову сигналізацію.

7.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

На підприємстві є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм, де:

- обертові деталі;
- апарат під тиском (до 0,4 МПа).

Можливе падіння людей з висоти 3м, тому повинне бути зроблене огороження перилами висотою до 1 м в місцях проходу людей.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму, неправильній експлуатації обладнання, пошкодженні обладнання.

Головні причини аварійних ситуацій: припинення подачі технологічної води, порушення герметичності установок, відключення електроенергії, прорив транспортних труб, безлад на робочих місцях, порушення технологічного режиму, невиконання правил з техніки безпеки.

7.2 Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

- механічне пошкодження електромережі;
- перенавантаження електрообладнання;
- теплова дія;
- прямий удар блискавки в будівлю.

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 40 |

- використання стиржньових блискавковідводів.

Будівля корпусу хімічного цеху збудована з негорючого матеріалу другого ступеня вогнестійкості. В якості сигналізації встановлені датчики типу ПОСТ 1. З метою дотримання правил пожежної безпеки у проекті передбачено такі запобіжні заходи: розділення апаратів протипожежними перегородками на відсіки, створення протипожежних перешкод у вигляді козирків, бортиків, протипожежний водопровід, ємності з піском і пожежні щити. Захист від прямих ударів блискавки забезпечується стиржньовим блискавковідводом. В цеху для гасіння пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники типу ВВ, ВХП. Також приміщення обладнане двома евакуаційними виходами на випадок виникнення пожежі.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведені в додатку В.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| | | | | | | 41 |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті було проаналізовано процес отримання пластифікатора на основі продуктів перетворення поліетилентерефталату.

Під час виконання дипломного проекту було вирішено наступні задачі:

1. Проаналізовано технологічну схему отримання пластифікатора, та визначені параметри контролю та регулювання і допустимі межі зміни технічних параметрів
2. В програмному вередовищі ChemCAD проведений розрахунок матеріальних балансів технологічної схеми.
3. Обрано математичний опис змішувача - об'єкта з регулюємою концентрацією. Отримана передавальна функція каналу впливу дозволила визначити оптимальні параметри ПІД-регулятора для системі керування концентрацією в середовищі MathCAD, які становлять: $K_p=1$; $T_i= 0.1$; $T_{pr}= 0.05$
4. Проведена оцінка якості процесу регулювання із заданими налаштуваннями регулятора показала, що він задовольняє вимогам, що ставлять до промислових систем курування.
5. В системі Experion PKS фірми Honeywell побудована стратегія керування.
6. Розроблена схема автоматизації, яка дозволяє проводити процес отримання пластифікатора згідно з технічним регламентом
7. Виявлено та проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, визначено шляхи їх усунення.
8. Розраховано техніко – економічні показники виробничого процесу отримання пластифікатора, за якими визначено, що дане виробництво є доцільним, так як рентабельність складає 60% та термін повернень капіталовкладень менше ніж два роки, а саме 1,71.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|--------|------|-------------------------------|-----|
| | | | | | <i>ДП ХА 4103 1490 001 ПЗ</i> | Арк |
| Вик | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | 42 |