

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Факультет хіміко-технологічний
Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
Т.В.Бойко
(підпис)

“ ___ ” червня 2016 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
зі спеціальності 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології"**

на тему: Комп'ютерний розрахунок процесу отримання поліетилену високого тиску
безперервним методом

Виконав студент IV курсу, групи ХА-21

Ілляшенко Катерина Андріївна

Керівник доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Безносик Ю. О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

з хімічної технології доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Безносик Ю.О.

(підпис)

з математичн. моделювання в.о.зав. каф. КХТП, к.т.н., Бойко Т.В.

(підпис)

з автоматизов. регулювання доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Бондаренко С.Г.

(підпис)

з охорони праці доцент каф. охорони праці, промислової
та цивільної безпеки, к.т.н., доц Полукаров Ю.О.

(підпис)

з організаційно-економічної частини доц. кафедри економіки і
підприємництва, к.х.н. доц. Підлісна О.А.

Нормативний контроль доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Шахновський А.М.

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2016 рік

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записку 101 с., 24 рис., 42 таблиці, 4 додатків, 13 джерел.

Виконано проект комп'ютерного розрахунку технологічного процесу отримання поліетилену високого тиску безперервним методом.

В проекті обґрунтовано норми технологічних режимів, наведена технологічна схема процесу виробництва поліетилену високого тиску.

Виконано комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу в програмі симуляторі ChemCad 6.2.1.

Розроблено обчислювальний модуль для проектного розрахунку автоклавного реактора.

Запропоновано схему автоматизації процесу. Обрано необхідні пристрої контролю та регулювання.

Розглянуто техніку безпеки проведення виробничого процесу. Наведено технічні рішення з техніки безпеки.

ПОЛІЕТИЛЕН ВИСОКОГО ТИСКУ, СЕМСАД, МАТЕМАТИЧНИЙ БАЛАНС, КОМП'ЮТЕРНИЙ РОЗРАХУНОК, АВТОКЛАВНИЙ РЕАКТОР ІДЕАЛЬНОГО ЗМІШУВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА РЕГУЛЮВАННЯ.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						2
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 101 с., 24 рис., 42 таблицы, 4 приложения, 13 источников.

Выполнен проект компьютерного расчета технологического процесса получения полиэтилена высокого давления непрерывным методом.

В проекте обоснованы нормы технологических режимов, приведена технологическая схема процесса производства полиэтилена высокого давления.

Выполнен компьютерный расчет материального баланса процесса в программе симуляторе ChemCad 6.2.1.

Разработан вычислительный модуль для проектного расчета автоклавного реактора.

Предложена схема автоматизации процесса. Выбраны необходимые устройства контроля и регулирования.

Рассмотрена техника безопасности проведения производственного процесса. Приведены технические решения по технике безопасности.

ПОЛИЭТИЛЕН ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, СНЕМСАД, МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БАЛАНС, КОМПЬЮТЕРНЫЕ РАСЧЕТ, АВТОКЛАВНЫЙ РЕАКТОР ИДЕАЛЬНОГО СМЕШЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						3
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Explanatory note 101 p., 24 fig., 42 tables, 4 applications 13 sources.

The project of computer calculation process to obtain high-pressure polyethylene continuous method is completed.

The project proved norms of technological regimes, technological scheme of production of polyethylene of high pressure is illustrated.

The computer material balance calculation process is done at simulator program ChemCad 6.2.1.

The computing module for calculating autoclave reactor project is developed.

The scheme of process automation is offered. Necessary machines and regulation are selected.

Accident prevention of the production process is considered. The engineering solutions for accident prevention are illustrated.

HIGH DENSITY POLYETHYLENE, CHEMCAD, MATHEMATICS BALANCE, COMPUTER CALCULATION, AUTOCLAVE PERFECT REACTOR MIXING, CONTROL AND REGULATION.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						4
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 Розрахунок технологічної схеми процесу	8
1.1 Виробництво поліетилену високого тиску	8
1.2 Хіміко-технологічна схема.....	8
1.3 Аналіз структури ХТС	11
2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу отримання поліетилену високого тиску	14
2.1 Розрахунок ХТС із використанням програми Chemcad.....	14
2.2 Розрахунок матеріальних балансів отримання поліетилену високого тиску	21
3 Комп'ютерне моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску	24
3.1 Моделювання автоклавного реактора.....	24
3.2 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля.....	26
Для розробки програмного модуля було обрано середовище Microsoft Visual Studio 2015.....	26
3.3 Програмний модуль для моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску	27
3.4 Інструкція користувачу програмного продукту	27
4 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання поліетилену високого тиску	29
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми	29
4.2.1 Контроль тиску.....	31
Для вимірювання тиску в компресорі реакційного тиску (контур б), використовуємо датчик тиску з діапазоном надлишкового тиску від 0 ... 600 бар (позн. б), який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал від 4 до 20 мА.	31
4.2.2 Контроль та регулювання температури	31

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		5

4.2.3	Контроль та регулювання витрати	32
5	Економіко-організаційні розрахунки процесу виробництва поліетилену високого тиску	33
5.1	Вид руху предметів праці.....	33
5.2	Визначення середньорічної тривалості виробничого циклу та річного випуску продукції	34
5.3	Кількості одиниць обладнання, чисельність персоналу та графік роботи підприємства.....	35
5.4	Калькуляція на вид продукції	36
6	Охорона праці.....	44
6.1	Виявлення та аналіз ШНВФ в умовах виконання експериментальної частини науково-дослідної роботи. Заходи з охорони праці.....	44
6.1.1	Повітря робочої зони	44
6.1.2	Виробниче освітлення	45
6.1.3	Захист від шуму і вібрації	46
6.1.4	Електробезпека.....	46
6.1.5	Безпека технологічного процесу та обслуговування обладнання	48
6.2	Пожежна безпека.....	49
	ВИСНОВКИ.....	51
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

ВСТУП

Органічні пластичні матеріали почали широко застосовуватися в різних галузях народного господарства лише в ХХ столітті. Починаючи з 40-х років цього століття, виробництво пластичних мас розвивається дуже високими темпами. Це викликано розробкою дуже широкого асортименту пластичних мас з цінними технічними властивостями.

На початковій стадії використання пластичних мас, вони використовувалися переважно як замітники кольорових металів, але у знову розроблених металах були виявлені властивості, які перетворили полімери в унікальні матеріали, без яких неможливе існування та прогрес ряду галузей сучасної техніки радіотехнічної, електронної, електротехнічної та ін. Вироби з пластичних застосовуються практично у всіх галузях народного господарства і широко використовуються в побуті. [1] Поліетилен $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ являє собою карбоцепний полімер аліфатичного непередільного вуглеводню олеїнового ряду етил. Макромолекули поліетилену мають лінійну будову з невеликим числом бічних відгалужень. Молекулярна маса його в залежності від способу полімеризації коливається від десятків тисяч до декількох мільйонів.

Способи отримання поліетилену при високому тиску відомі давно. Найбільш часто ці способи здійснюють в трубчастих реакторах високого тиску. Однією з причин обмеженої глибини екзотермічної полімеризації етилену при високому тиску є проблема відводу тепла. Тепловідведення при полімеризації в трубчастих реакторах високого тиску ускладнюється, зокрема, внаслідок утворення на внутрішніх стінках реактора відкладення, що перешкоджають ефективному теплообміну.

Завданням дипломного проекту моделювати реактору с поліпшенням тепловідведення при полімеризації етилену, здійснюваної при високому тиску, і, отже, збільшення глибини його перетворення.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						7
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 Розрахунок технологічної схеми процесу

1.1 Виробництво поліетилену високого тиску

Виробництво поліетилену високого тиску складається з наступних стадій: стиснення етилену; полімеризація етилену; поділ реакційної суміші і виділення поліетилену; підготовка ініціатора полімеризації. Стабілізація, фарбування і грануляція - загальні стадії для поліетилену низької і високої щільності. Отже процес виробництва поліетилену можна розбити на наступні частини:

- стиснення етилену; полімеризація етилену;
- поділ реакційної суміші і виділення поліетилену; підготовка ініціатора полімеризації;
- стабілізація, фарбування і грануляція.

Представимо стадії на рисунку 1.1.

Рисунок 1.1 - Стадії виробництва поліетилену високого тиску

Підвищення ефективності виробництва поліетилену має здійснюватися шляхом впровадження агрегатів більшої одиничної потужності і інтенсифікації виробництва на основі науково-технічного прогресу. Збільшення продуктивності реакторів за рахунок інтенсифікації та підвищення ефективності їх роботи не вимагає великих капітальних витрат і здійснюється шляхом вдосконалення конструкції реакційних пристроїв і оптимізації технологічного процесу полімеризації.

1.2 Хіміко-технологічна схема

На рисунку 1.2 приведена принципова технологічна схема установки синтезу поліетилену при високому тиску. Етилен з установки газорозділення під тиском 1-2 МПа і при температурі 10-40 °С подається в ресивер 1, де в

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						8
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

нього вводиться зворотній етилен низького тиску і кисень, який використовується як ініціатор. Суміш стискується компресором проміжного тиску 2 до 25-30 МПа, з'єднується з потоком зворотного етилену проміжного тиску, стискується компресором реакційного тиску 3 до 150-300 МПа і направляється в автоклавний реактор 4. У реакторі відбувається полімеризація етилену при температурі 200-275 °С.

Поліетилен, який утворився в реакторі, розплавлений з етиленом, що не прореагував (конверсія етилену в полімер 18 %), безперервно виводиться з реактора через дроселюючий клапан і надходить у віддільник низького тиску 10. Етилен зворотного проміжного тиску з відділювача 5 проходить апарати охолодження 6 і сепарації 7, де охолоджується до 30-40 °С і де відділяється низькомолекулярний поліетилен, і потім подається на всмоктування компресора 3.

У відділювача низького тиску 10 при тиску 0,1-0,5 МПа і температурі 200-250 °С з поліетилену виділяється розчинений етилен (зворотній газ низького тиску), який через апарати охолодження 12 і сепарації 13 надходить у компресор 14 і далі на змішання зі свіжим етиленом. Розплавлений поліетилен з віддільника низького тиску 10 надходить у екструдер 11, а з нього у вигляді гранул - на забарвлення і додаткову обробку.

Таким чином у реакції беруть участь дві речовини – етилен C_2H_4 та кисень O_2 .

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						9
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Рисунок 1.2 - Схема полімеризації етилену при високому тиску:

1 - ресивер; 2 - компресор проміжного тиску; 3 - компресор реакційного тиску; 4 - автоклавний реактор;
5 - віддільник проміжного тиску; 6, 12 - холодильник; 7, 13 - циклон; 8 - ємність для ініціатора;
9 - дозувальний насос; 10 - віддільник низького тиску; 11 - екструдер; 14 - компресор для рециркулюючого етилена.
I – етилен; II – оксиген; III – суміш етилена та поліетилену; IV – вода; V – поліетилен;
VI – низькомолекулярний поліетилен.

Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ХА 2110 1490 001 ПЗ

Арк

10

1.3 Аналіз структури ХТС

Розглянуту схему отримання поліетилену можна представити у вигляді структурної схеми, зображеної на рисунку 1.3.

Рисунок 1.3 - Структурна схема отримання поліетилену високого тиску

Записуємо матрицю суміжності A для наведеної схеми. Для визначення комплексів підносимо матрицю A до 14-го ступеня (розрахунки виконано в середовищі MatLab).

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Отримана матриця комплексів матиме вигляд:

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

З матриці D видно, що вся наша система являється одним комплексом $K = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14)$. Складаємо попередню послідовність розрахунку схеми – ППРС = (K, 8, 9, 11).

Визначаємо оптимальну множину розриваємих дужок (ОМРД). Формуємо список суміжності, який складається лише з вершин комплексу K (Таблиця 1.1):

Таблиця 1.1 Список суміжності для комплексу
Прадереву комплексу наведено на рисунку 1.4:

Рисунок 1.4 – Прадереву комплексу

Як видно з рисунку 2.2 схема містить контури: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 10 – 12 – 13 – 14 – 1 та 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 3. Отримана матриця контурів наведена в таблиці 1.3.2.

Таблиця 1.2 - Матриця контурів.

Оскільки нам не відомо достовірно параметричність дуг, вважаємо, що внутрішні дуги мають рівні параметричності, тому для розриву обираємо дуги із максимальною величиною f . З максимальною величиною f є дві дуги 3-4 та 4-5, для розриву обираю 3-4 [2].

$$\text{ОМРД} = (3-4)$$

Визначаємо послідовність розрахунку схеми:

$$\text{ОПРС} = (8, 9, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 1, 2, 3, 11)$$

На схемі немає вершин, які не входять у контур.

Отже, оптимальна послідовність розрахунку схеми:

$$\text{ОПРС} = (8, 9, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 1, 2, 3, 11)$$

Наступним етапом при розрахунку ХТС для отримання поліетилену високого тиску буде моделювання схеми за допомогою програми ChemCad.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						13
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу отримання поліетилену високого тиску

Метою функціонування будь – якої виробничої системи є отримання продуктів у необхідній кількості та необхідної якості при оптимальному використанні ресурсів.

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів передбачає знаходження параметрів стану потоку в технологічній схемі: загальних і покомпонентних витрат, складу потоків, температур і ентальпій, аналіз можливості розв'язку задачі розрахунку МТБ технологічної схеми, розрахунок параметрів потоків технологічної схеми, визначення та розрахунок витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних носіїв.

Розрахунок МТБ узагальнюють у вигляді таблиць, що складаються із приходу (вихідна сировини, яка задіяна в ході технологічного процесу або його стадії) і витрат (готова продукція, відходи виробництва, втрати) та таблиць теплового балансу, що містять прихід і витрати теплоти. При складанні таблиць в основу розрахунку покладено закон збереження маси і енергії.

2.1 Розрахунок ХТС із використанням програми Chemcad

У даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання поліетилену високого тиску, визначення загальних та покомпонентних витрат, складів потоків.

Для спрощення сприйняття вхідних даних, представимо в таблиці 2.1 властивості кожного апарату. При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообмінні апарати. Звіт з ChemCad v. 6.3.1 приведені у додатку А.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						14
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Вхідні потоки схеми

У програмі ChemCad v. 6.3.1 було побудовано технологічну схему отримання поліетилену високого тиску (рисунок 2.1). На схемі у круглих комірках вказан номер апарату, а у квадратних комірках - потоку.

Для формування інформації при технологічному процесі необхідно вибрати технічні розмірності. У програмі представлені готові профілі одиниць виміру для 4 систем: британської, метричної, СІ і модифікованої СІ.

Для вибору технічних розмірностей використовується команда Format/Engineering Units (Формат/Одиниці виміру). На екран виводиться вікно Engineering Unit Selection (Вибір одиниць виміру), яке представлено на рисунку 2.2. Вибір готових профілів розмірностей проводиться за допомогою відповідних кнопок, розташованих в нижній частині вкладки Unit Selection: English (Британська), Si (СІ), Alt Si (Модифікована СІ), Metric (Метрична). Для даного курсового проекту було обрано одиниця виміру СІ.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		15

Рисунок 2.1 – Технологічна схема отримання поліетилену високого тиску у ChemCad:

1, 4 – міксер; 3 – реактор; 5, 7, 9, 10 – дільник; 6, 8 – теплообмінник

Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Рисунок 2. 2 - Опції вкладки Unit Selection

Для формування списку компонентів використовується команда ThermoPhysical/Component List (Термофізика/Список компонентів). Після виконання команди на екран виводиться вікно Component Selection (Вибір компонента), яке представлено на рисунку 2.3.

Рисунок 2. 3 - Вікно вибору компонентів хімічної суміші

Вибір і розміщення піктограм апаратів виконується в режимі Mode: Flow Sheet (Режим: Редагування технологічної схеми). При створенні нового завдання перехід в цей режим виконується автоматично.

На екран виводиться Main Palette (Основна палітра) (рисунок 2.4). Кожен елемент палітри містить піктограму одного апарату хімічної технології.

Для вибору піктограми апарату треба підвести до неї курсор миші (з'явиться підказка з назвою піктограми) і клацнути лівою клавішею миші. Курсор набуде вигляду квадрата, який потрібно встановити в робочій області вікна в місце розміщення піктограми апарату і клацанням миші встановити піктограму. Крім основної палітри, для ряду піктограм можна вивести Sub Palletes (Додаткову палітру) з додатковими варіантами піктограм апарату. Її виклик виконується клацанням правої кнопки миші на зображенні піктограми в Main Palette. Вибір потрібної піктограми проводиться аналогічно як для Main Palette.

Рисунок 2.4 - Основна палітра піктограм апаратів Main Palette

Розміщення зображень апаратів технологічної схеми починається, як правило, з виставлення піктограми Feed (живлення). Поруч з піктограмою

						Арк
					ХА 2110 1490 001 ПЗ	17
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

автоматично виставляється її ID (ідентифікаційний номер). Першому апарату присвоюється ID рівний 1, потім номер збільшується в порядку виставлення піктограм. Завершення розміщення зображень апаратів технологічної схеми закінчується виставленням піктограм Product (Продукт) [3].

Побудова технологічної схеми (рисунок 3.1) виконується наступним чином. Перші апарати - це дві піктограми джерела живлення – Feed. Після цього розміщуємо піктограму міксера – Mixer #1. Далі встановлюємо міксер - Mixer #4. Міксер з'єднуємо з реактором Stoichiometric Reactor #3. Наступний крок розмістити дільник – Divider #5, а його підключити до двох апаратів: теплообмінник – Heat Exchanger #6 та до ще одного дільника - Divider #7.

Теплообмінник під'єднуємо до дільника - Divider #9, а його до міксера 4 та до піктограм Product. Цей конур повертає етилен, що не прореагував, до реактора, та виводить зі технологічної схеми низькомолекулярний поліетилен. Після дільника 7, встановлюємо теплообмінник - Heat Exchanger #8, також з нього виводимо продукт – Product, поліетилен на обробку. Із списку знову обираємо піктограму Divider #10, який під'єднуємо до міксера 1, та виводимо з нього продукт - Product.

Наступним етапом є встановлення параметрів потоків. Термодинамічний стан потоку визначається двома параметрами з трьох наступних: температури, тиску і часткою пара; зазвичай задаються температура і тиск. Для кожного потоку потрібно задати витрати по всім речовинам, включеним до списку компонентів, або задатися сумарною витратою компонентів і їх концентраціями

Завдання параметрів потоків виконується в режимі Mode: Simulation.

Рисунок 2.5 – Встановлення параметрів потоку 1 та 2

Відкрити паспорт потоку для встановлення параметрів потоку можна наступними способами: двічі клацнути лівою клавiшею миші на лінії потоку; використовувати команду контекстного меню Edit Unit Op Streams

						Арк
						18
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ХА 2110 1490 001 ПЗ	

(Редагування потоків одиниці обладнання) для визначення параметрів потоків обраного апарату (рисунок 2.5). Інші потоки задаються аналогічним чином, згідно з даними у таблиці 2.1.

Завдання параметрів апаратів виконується в режимі Mode: Simulation. За аналогією з завданням параметрів потоку, відкрити вікно паспорта апарату для введення параметрів обладнання, використовуючи подвійне клацання лівою клавiшею миші на одиниці устаткування, або команду контекстного меню Edit Unit Op Streams (Редагування параметрів одиниці обладнання).

Вид вікна паспорта апарату визначається типом обладнання і використовуваними параметрами обладнання, які закладені в його модулях розрахунку. Вікно паспорта може містити одну і більше вкладок, також паспорт апарату може включати кілька вікон, що послідовно відкриваються. Нижче розглядаються вікна введення параметрів для ряду основних апаратів, що використовуються в хіміко-технологічних процесах.

Для змішування двох компонентів, було використано модуль розрахунку Mixer. У цього апарата тільки один параметр – тиск, що заданий 1,2 Мпа (рисунок 2. 6). На рисунку 2.7 представлений міксер 4, у якого заданий тиск 220Ма.

Рисунок 2. 6 – Встановлення параметрів міксера 1

Рисунок 2.7 – Встановлення параметрів міксера 4

Модуль Stoichiometric reaction (REACT) моделює стехіометричний реактор при наявності набору стехіометричних коефіцієнтів, ключових компонентів і ступенів перетворення. Реактор може бути адіабатичним, ізотермічним або з підведенням/відведенням тепла.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						19
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Вікно Stoichiometric reactor (REAC) модуля містить дві вкладки. На вкладці General Specifications (Загальні специфікації) (рисунок 2.8) представлені опції для завдання загальних технічних умов.

В області Specify Thermal Mode: (Задати тепловий режим:) вибираємо тепловий режим роботи реактора: Isothermal (Ізотермічний) – ізотермічний та вводимо температуру 250 °С.

У списку Key component (Ключовий компонент) встановлюємо ключові компоненти. Передбачається, що ключовий компонент є реагентом. Це обов'язковий для введення параметр. Обираємо один компонент – Ethylene. Frac. Conversion (Ступінь перетворення) - ступінь перетворення ключового компонента (значення від 0 до 1). Параметр дорівнює 0,88. Вводимо стехіометричні параметри етилен та поліетилену.

Рисунок 2.8 - Встановлення параметрів реактора 3

Модуль розрахунку дільника Divider потрібен для розділення газової суміші. Треба встановити пропорції двох потоків (рисунок 2.10). Сума повинна дорівнювати 1.

На рисунку 2.10, 2.11 представлені налаштування дільників 7, 10 відповідно.

Рисунок 2.9 – Встановлення параметрів дільника 5 та 9

Рисунок 2.10 – Встановлення параметрів дільника 7

Рисунок 2.11 – Встановлення параметрів дільника 10

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						20
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

У ChemCad представлені модулі розрахунку теплообмінників Heat exchanger (HTXR) з одним або двома вхідними потоками. При одному вхідному потоці модуль служить як нагрівач або як охолоджувач. Розглянемо введення параметрів для одностороннього теплообмінника (рисунок 2.12).

Рисунок 2.12 - Встановлення параметрів теплообмінника 6 та 8

В схемі теплообмінник виконує роль охолоджувача з 220 °С до 35 °С. Тому ми задаємо тільки один параметр – температуру.

2.2 Розрахунок матеріальних балансів отримання поліетилену високого тиску

При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообмінні апарати. Матеріальні баланси схеми наведено в таблицях 2.2 – 2.16. При розрахунку схеми, одержали наступні звіти:

Таблиця 2.2 - Структура схеми (топология)

Таблиця 2.2 – Матеріальний баланс міксеру 1

Таблиця 2.3 - Зведена таблиця матеріального балансу міксеру 1

Таблиця 2.4 – Матеріальний баланс реактора 3

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс міксеру 4

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						21
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 - Зведена таблиця матеріального балансу міксера 4

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс дільника 5

Продовження таблиці 2.7

Таблиця 2.8 - Зведена таблиця матеріального балансу дільника 5

Таблиця 2.9 – Матеріальний баланс теплообмінника 6

Таблиця 2.10 – Матеріальний баланс дільника 7

Продовження таблиці 2.10

Таблиця 2.11 - Зведена таблиця матеріального балансу дільника 7

Таблиця 2.12 – Матеріальний баланс теплообмінника 8

Таблиця 2.13 – Матеріальний баланс дільника 9

Продовження таблиці 2.13

Таблиця 2.14 - Зведена таблиця матеріального балансу дільника 9

Таблиця 2.15 – Матеріальний баланс дільника 10

Таблиця 2.16 - Зведена таблиця матеріального балансу дільника 10

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						22
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Складемо енергетичний баланс (таблиця 2.17).

Таблиця 2.17 – Загальний матеріальний баланс процесу

Складемо таблицю загального матеріального балансу (табл. 2.18):

Таблиця 2.18 – Загальний матеріальний баланс процесу

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу виробництва поліетилену високого тиску у спеціалізованому середовищі ChemCad v. 6.3.1 розрахований вірно.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						23
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3 Комп'ютерне моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску

3.1 Моделювання автоклавного реактора

Основний технологічний елемент безперервної полімеризації етилену при високому тиску є хімічний реактор. Газ, який підлягає полімеризації, надходить в хімічний реактор з мішалкою при температурі 240 °С. В якості ініціатора використовують молекулярний кисень. В результаті реакції виділяється багато теплоти, тому обмежимо максимальну температуру величиною 275 °С. Ступінь перетворення етилену в реакторі близько 18 %. Час перебування реакційної суміші коливається в межах 30 - 300 с. Загальне креслення реактора наведено у додатку Б.

Вхідні данні: тиску 220 МПа; густина суміші 420 кг/м³; початкова температура 240 °С; константа швидкості кисню $k_{10} = 9,7 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1}$ та етилена $k = 1,2 \cdot 10^{14} \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{с})$; вагова частка етилена 0,987 та кисню 1,6 · 10⁻⁴.

В реакторі синтезу поліетилену відбуваються наступні реакції [1,2]:

1. Реакція ініціювання етилена киснем:
2. Реакція полімеризації:
3. Реакція обриву ланцюга:

Кінетичні рівняння, які описують процес полімеризації наступні:

Застосуємо до рівняння (3) метод квазістаціонарних концентрацій [5], знайдемо концентрацію активного радикала R :

Тоді математичну модель реактора ідеального змішування для синтезу поліетилену з урахуванням (1), (2) та (4) можна записати у наступному вигляді:

Або, запроваджуючи ступінь перетворення по компонентам отримуємо рівняння матеріального балансу по кисню і етилену:

Константи швидкості описуються наступними залежностями [5]:

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						24
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де $k_1(T)$ – константа швидкості витрати кисню, 1/с; $k_{10} = 9.7 \cdot 10^{20}$ – константа швидкості розпаду кисню, 1/с; $k(t)$, $k_{20} = 1,2 \cdot 10^{14}$ - константи швидкості полімеризації та етилена, моль/(л·с); ΔP – різниці між атмосферним тиском і тиском полімеризації, атм; E_1 , E_2 – енергія активації кисню та мономера.

Нижче приведені результати моделювання динамічного режиму в реакторі, які отримані в MathCad з використанням функції *rkfixed* (рисунок

3.1). У додатку А наведено повний розрахунок моделі реактора у MathCad.

Рисунок 3.1 - Результати моделювання реактора синтезу полетилену високого тиску з використанням функції *rkfixed*

Важливим досягненням в розробці технології полімеризації етилену в автоклавном реакторі є проведення трьохзонного процесу. Це досягається встановленням в реакторі перегородки, що перешкоджає переміщенню реакційної суміші в осьовому напрямку.

Рисунок 3.2 - Ступені перетворення етилену по трьом зонам

У кожному із зон подають ініціатор, підтримуючи в них різну температуру і досягаючи різного середнього часу перебування. Як можна бачити (рисунок 3.2), розраховано дві криві ступеня перетворення. Крива (а) розрахована при постійній температурі по всій довжині реактора, ступінь перетворення етилена 12%, а крива (б) отримана в автоклавному трьохзонному реактору, ступінь перетворення 18 %. Повне рішення у MathCad наведено у додатку Б. По вище наведеної моделі, було розраховано ступені перетворення для такого реактора.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						25
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3.2 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розрахунковий модуль призначений для комп'ютерного моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску в адіабатичному трисекційному реакторі ідеального перемішування непервинної дії.

Вихідними даними для розрахунку є:

1. Темпратура на I зоні, °С.
2. Темпратура на II зоні, °С.
3. Темпратура на III зоні, °С.
4. Густина суміші, кг/м³.
5. Початкова концентрація етилена.
6. Початкова концентрація кисю.
7. Тиск у реакторі, МПа.
8. Внутрішній діаметр апарата, м.
9. Витрата етилена, м³/год.
10. Витрати оксигена, м³/год.

Вимоги до програмного модулю:

1. Наявність полів для вводу даних користувачем;
2. Наявність довідки;
3. Програмний модуль повинен виводити отримані розрахунки на форму;
4. Можливість формування та збереження звіту за бажанням користувача.
5. Передбачити блокування кнопок, що не можуть виконати розрахунки без введення необхідних даних;
6. Наявність меню.

Для розробки програмного модуля було обрано середовище Microsoft Visual Studio 2015.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		26

3.3 Програмний модуль для моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску

Відповідно до математичної моделі було розроблено алгоритм обчислювального модуля. Програмний код обчислювального модуля розроблено в середовищі Visual Studio C++ 2015.

Структура обчислювального модуля:

- ▶ Файли форм – MyForm.h;
- ▶ Файл проекту – Project1.

Призначення основних елементів програмного модуля наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні елементи обчислювального модуля та їх призначення

Розроблений програмний модуль складається з наступних процедур обробки подій, що наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Процедури обчислювального модуля та їх призначення

Даний обчислювальний модуль використовується для розрахунку та моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску безперервним методом при різних параметрів вхідних даних. Алгоритм модулю проектного розрахунку наведено у додатку А.

3.4 Інструкція користувачу програмного продукту

Обчислювальний модуль розраховує математичну модель автоклавного реактора та визначає його основні параметри. Для початку роботи програми треба натиснути кнопку «Стандартні значення» або самостійно заповнити поля значень. Далі натискаємо кнопку «Розрахунок» (рисунок 3.3).

Рисунок 3.3 - Розрахунок процесу отримання поліетилену високого тиску

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						27
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

При натисканні на кнопку «Файл», випадає контекстне меню (рисунок 3.4) в яке входить: «Довідка», «Зберегти», «Очистити» та «Вийти».

Рисунок 3.4 – Контекстне меню «Файл»

При натисканні на кнопку «Довідка» відкривається вікно, яке наведено на рисунку 3.5, в якому представлена коротка довідкова інформація.

Рисунок 3.5 – Довідка

Якщо натиснути кнопку «Зберегти», програма зберігає графік та результати обчислювання у текстовому файлі (рисунок 3.6). У додатку Б наведено повний обчислювальний модуль.

Рисунок 3.6 – Збережений результат

Отже, за результатами розробленого програмного модуля було виконано перевірочний розрахунок автоклавного реактора для отримання поліетилену високого тиску.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						28
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання поліетилену високого тиску

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Автоматизація виробництва – один із найважливіших напрямків науково – технічного прогресу, розвиток якого має об’єктивний характер. Це пов’язане з тим, що завдяки автоматизації вирішуються задачі підвищення продуктивності виробництва і покращення умов праці. Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибохи – та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко – технологічних процесів. Автоматичні 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.

Завдання технологічного процесу виробництва поліетилену полягає в отриманні заданого виходу кінцевого продукту – поліетилену високого тиску. Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу поліетилену високого тиску та протікання процесу за технічним регламентом необхідно регулювати та контролювати наступні параметри: температура в трубопроводах подачі суміші етилену та кисню в реактор, температуру суміші в кожній секції реактора, температуру в теплообмінниках, тиску у ресивері, компресорі та дільниках, витрати етилену та кисню.

Крім контролю та регулювання є параметри, про значення яких необхідно сигналізувати. До них належать параметри, які можуть

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						29
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

спричинити аварійну ситуацію. Таким параметром є температура в реакторі, оскільки перевищення спричинить вибух.

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого було обрано параметри об'єкту автоматизації, що підлягають контролю та регулюванню.

4.2 Визначення параметрів автоматизації

Відповідно до обраних параметрів регулювання, контролю, сигналізації були вибрані місця для заміру параметру на технологічному об'єкті а номінальні значення параметрів, межі їх зміни. Всі данні знесемо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання так контролю виробництва поліетилену високого тиску

Продовження таблиці 4.1

На основі даних, наведених в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу отримання поліетилену високого тиску (додаток В), яка включає в себе шість регулюючих контурів (в тому числі один контру регулювання та сигналізації) та шістнадцять контурів контролю.

При виборі приладів та засобів автоматизації слід дотримуватись наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати технологічних параметрів, що регулюються.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						30
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Тому для автоматизації процесу виробництва поліетилену високого тиску були вибрані технічні засоби автоматизації. Специфікація до обраних засобів наведена у додатку В.

4.2.1 Контроль тиску

В якості вимірювальних приладів перепаду тисків для контурів 4 та 19 використовуємо манометри точних вимірювань марки МТИ 1216, діапазон вимірювання 0 до 2,5 МПа. В контурі відбувається контроль тиску (позн. 4) в ресивері та в контурі 19 (позн.19) - у віддільнику низького тиску.

Для вимірювання тиску в контурі 25, 5 та 12, використовуємо манометри точних вимірювань марки МТИ 1232, діапазон вимірювання 0 до 40 МПа. В контурі 25 контролюємо тиску (позн. 25) у компресорі для рециркулюючого етилену, в контурі 5 (позн. 5) - в компресорі проміжного тиску, в контурі 12 (позн. 12) - у віддільнику проміжного тиску;

Для вимірювання тиску в компресорі реакційного тиску (контур 6), використовуємо датчик тиску з діапазоном надлишкового тиску від 0 ... 600 бар (позн. 6), який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал від 4 до 20 мА.

4.2.2 Контроль та регулювання температури

В якості вимірювальних приладів температури для контурів 7, 9, 13, 20, 21 та 10 було обрано термоперетворювачі опору марки ТСПУ – 0289 з діапазоном вимірювання температури від - 200 °С до 600 °С (позн. 7а, 9а, 10а, 20а, 13а, 21а), що призначені для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах, шляхом перетворення опору в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з термоперетворювача видає регулюючий вплив на клапан електромагнітний марки Madas M16/RM (позн. 8г, 11г, 14г, 22г). В контурі 7 змінює подачу

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						31
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

перегрітої пари, якщо температура суміші етилену та кисню не становить 240 °С на вході в реактор. В контурі 9 відбувається контроль температури у другій секції реактора. В контурі 10 змінює подачу холодної води, якщо температура не становить 275 °С, тим самим охолоджую суміш в реакторі, при зависокій температурі 280 °С прилад подає сигнал на сигнальну лампу типу ЛС – 151. В контурі 13 та 21 змінює подачу води, тим самим знижуючи або підвищуючи температуру суміші етилену та поліетилену на вході в циклон.

4.2.3 Контроль та регулювання витрати

В якості вимірювальних приладів витрати для контурів 1, 2, 15, 18, 23, 24, 26, 27 та 28 використовується звужуючий пристрій – діафрагма з діаметром 20 мм (позн. 1а, 16а, 17а), з діаметром 40 мм (позн. 2а, 28а), з діаметром 25 мм (позн. 23а), з діаметром 50 мм (позн 27а, 15а) та з діаметром 32 мм (позн. 24а). Все діафрагми виготовлені зі сталі марки 12Х18Н10Т.

Сигнал з витратоміра передається на дифманометр мембранний без шкальний (позн. 1б, 16б, 2б, 17б, 23б, 27б, 28б, 15б, 24б), який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал який є вхідним сигналом наступного приладу – показуючий та реєструючий автоматичний прилад слідкуючого марки РП 160 – 30 (позн. 15в, 23в, 24в, 26в, 27в, 28в). В якості приладу контролю та регулювання в контурі 2 та 17 використовується електричний ПД – регулятор марки МТМ 620 (позн. 2в, 17в), сигнал з якого подається на електромагнітний клапан Madas M16/RM (позн. 3г, 18г), що змінюю подачу етилена або кисню.

Розроблена схема автоматизації забезпечує проведення процесу в регламентованому режимі.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						32
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5 Економіко-організаційні розрахунки процесу виробництва поліетилену високого тиску

Поліетилен - найдешевший полімер, що займає перше місце в світовому виробництві поліолефінів. Цей унікальний матеріал поєднує в собі найцінніші властивості і здатність перероблятися усіма високопродуктивними методами, що існують для термопластів.

Одним з головних 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 отримання поліетилену високого тиску є розрахунок його основних техніко – економічних показників, за якими можна буде зробити висновки щодо доцільності існування підприємства, що займається виготовленням даної продукції

5.1 Вид руху предметів праці

Послідовність проходження предметів праці всіма стадіями виробничого процесу називається видом руху предметів праці (ВРПП). Послідовний ВРПП – поопераційна, по одинична обробка на кожній стадії з наступним передаванням на чергову стадію всієї партії виробів одночасно. Послідовний ВРПП застосовується у періодичних процесах, за умов одиничного виробництва.

Одиничним виробом вважатимемо виготовлення однієї партії поліетилену (1000 кг).

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						33
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 - Тривалість обробки одиниці товару по апаратам
 На рисунку 5.1 представлений графік ВРПП.

Рисунок 5. 1 - Послідовний вид руху предметів праці

Кількість робочих – 1 людина. Визначимо тривалість одного циклу:

$$t = \sum_{i=1}^m t_i = 3 + 2 + 12 + 6 + 6 + 2 + 5 + 3 + 6 + 6 + 2 + 2 + 8 + 5 = 68 \text{ хв}$$

$$n = \frac{T_{\text{зміни}}}{T_{\text{посл.}}} = \frac{8 \cdot 60}{68} \approx 7 \text{ партій}$$

де $T_{\text{зміни}}$ - тривалість однієї зміни, на даному підприємстві $T_{\text{зміни}} = 8$ год; n – кількість одиниць продукції, яка виготовляється за зміну.

Отже, за одну зміну, один робочий може виготовити 7 партій поліетилену (7000 кг).

5.2 Визначення середньорічної тривалості виробничого циклу та річного випуску продукції

Кількість календарних днів 365. Кількість робочих змін – 3, тривалість робочої зміни 8 годин. Розрахуємо середньорічну тривалість виробничого циклу та річний випуск продукції, якщо:

- фактична тривалість виробничого циклу $T_{\text{вц}}^{\text{факт}} = 7 \cdot 68 = 476 \text{ хв} = 7,93$ год;
- річна тривалість роботи підприємства $T_p = 365 \cdot 24 = 8760$;
- режим роботи цілодобово;
- виробництво поліетилену за 1 цикл - 7000 кг.

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{с.р.}} = \frac{24 \cdot 365}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{факт}} = \frac{24 \cdot 365}{8760} \cdot 7,93 = 7,93 \text{ год}$$

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						34
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

За зміну виготовляємо 7 партій, таким чином за день виготовляється 21 партію, визначимо випуск продукції за 1 день:

$$V_{\text{доба}} = 21 \cdot 1000 = 21000 \text{ кг/добу}$$

Тоді за рік виготовляється:

$$V = 365 \cdot 21000 = 7665000 \text{ кг/добу}$$

Час, який залишається, виділяється на обслуговування, ремонт обладнання та прибирання території.

5.3 Кількості одиниць обладнання, чисельність персоналу та графік роботи підприємства

Кількість одиниць обладнання та його ціна представлена у таблиці 5.2.

Таблиця 5. 2 - Кількість одиниці обладнання на один виробничий цикл

Кількість персоналу представлено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Кількість працюючих

Підприємство працює 365 днів на рік в 3 зміни тривалістю 8 годин. Розрахуємо кількість бригад, для цього треба визначити нормативний час роботи, одиничного працівника:

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

$$= 2016 \text{ год/рік}$$

де $T_{\text{св}}$ – кількість святкових днів у році; 40 – кількість годин на тиждень, які повинні відпрацювати працівники; $T_{\text{св}}^*$ - кількість святкових днів, які не співпадають з вихідними днями.

$$T_{\text{підприм.}}^{\text{рік.}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год/рік}$$

Кількість бригад:

$$N_{\text{бригад}} = \frac{T_{\text{підприм.}}^{\text{рік.}}}{T_{\text{прац.}}^{\text{н}}} = \frac{8760}{2016} \approx 4 \text{ бригади}$$

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						35
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Отже, працюватиме 4 бригади виробничого персоналу за графіком змінності наведеним у таблиці 5.4. Початок роботи о 6⁰⁰, кінець робочого дня – 14⁰⁰ (для першої зміни, відповідно друга - 14⁰⁰ - 22⁰⁰ та третя - 22⁰⁰ - 6⁰⁰).

Таблиця 5.4 – Графік змінності

Директор, заст. директора, гол. бухгалтер, гол. технолог, гол. Інженер та начальник цеху працюватимуть з 8⁰⁰ до 16⁰⁰ та 5 днів на тиждень.

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

$$T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вих.}}) = \frac{365}{16} (16 - 4) \cdot 8 = 2190 \text{ год}$$

Розрахуємо чисельність за списком:

$$\text{Чсп} = \text{Ч}_{\text{яв}} \cdot \frac{365 \cdot 24}{T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}}} + \text{Ч}_{\text{адміністрації}} = 7 \cdot \frac{365 \cdot 24}{2190} + 6 = 34 \text{ особи}$$

5.4 Калькуляція на вид продукції

До основних фондів даного підприємства належать:

- Приміщення = 81000000 грн.;
- Обладнання = 1500000 грн;
- Транспорт = 15000 грн;
- Сертифікат = 5000 грн. (терміном на 2 рік).

Сумарна вартість ОФ:

$$\text{ОФ} = 81000000 + 1500000 + 15000 + 5000 = 82520000 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо фонд заробітної плати (прийmemo середню заробітну плату одиничного працівника $\text{ЗП}_{\text{сер.}} = 5000$ грн/міс):

$$\text{ЗП} = 12 * \text{ЗП}_{\text{сер.}} * \text{Чсп} = 12 * 5000 * 34 = 2040000 \text{ грн/рік}$$

Відрахування на соціальні заходи здійснюються за встановленими законодавством ставками від витрат на оплату праці і складає 37%:

$$\text{СЗ} = \text{ЗП} * 0,37 = 2040000 * 0,37 = 754800 \text{ грн/рік}$$

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		36

Затрати на сировину приведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок вартості сировини

Отже, річні затрати на сировину складають: $Z_c = 351501120$ грн/рік.

Розрахуємо річні витрати на електроенергію приймаючи до уваги, що підприємство працює цілодобово, тариф за приєднану потужність: $T_{пр} = 1,57$ грн/кВт; потужність обладнання: $H_{об} = 60$ кВт /т; освітлення цілодобове $H_{ос} = 30$ кВт/добу; кількість отриманого продукту за рік становить 7665 т.

$$\begin{aligned} Z_{e/e} &= 1,57 * (H_{об} * V_{рік} + H_{ос} * 365) = \\ &= 1,5 * (60 * 7665 + 30 * 365) = 739235 \text{ грн/рік} \end{aligned}$$

Розрахуємо витрати на опалення цеху приймаючи площу приміщення 1500 м² та тарифну ставку на опалення 10 грн/м² міс, сезон опалення 6 місяців:

$$Z_{опал} = 1500 * 10 * 6 = 90000 \text{ грн/рік}$$

Вартість оборотних засобів:

- Закупівля сировини = 351501120 грн./рік
- Витрати на електроенергію = 739235 грн./рік
- Опалення = 90000 грн./рік
- ФОП = 2794800 грн./рік
- Додаткові затрати = 500000 грн;

Оборотні засоби

$$\begin{aligned} \text{Обз} &= \text{Затрати на сировину} + \text{Електроенергія} + \text{Опалення} + \text{ФОП} \\ &+ \text{Додаткові затрати} = \\ &= 351501120 + 739235 + 90000 + 2794800 + 500000 \\ &= 355575155 \text{ грн/рік} \end{aligned}$$

Амортизація

$$\begin{aligned} A &= A_{прим.} + A_{обл} + A_{реактора} + A_{транс.} + A_{сер.} \\ &= \frac{81000000}{5} + \frac{900000}{20} + \frac{600000}{5} + \frac{15000}{20} + \frac{5000}{2} \\ &= 16368250 \text{ грн} \end{aligned}$$

Собівартість

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		37

$$C = A + O\phi3 = 16368250 + 355575155 = 371943405 \text{ грн}$$

Обчислимо собівартість одного продукту:

$$C_{\text{од}} = \frac{C}{B} = \frac{371943405}{7665000} = 49 \text{ грн.}$$

Визначаємо за середніми цінами ринку та за прайслистами ціну на продукцію - 65 грн.

Визначимо рентабельність підприємства:

$$P = \frac{\text{Ц} - C_{\text{од}}}{C_{\text{од}}} = \frac{65 - 49}{49} \cdot 100\% = 34 \%$$

Прибуток підприємства за рік:

$$\Pi = (\text{Ц} - C) \cdot B = (65 - 49) \cdot 7665000 = 126281596 \text{ грн}$$

Період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{K}{\Pi} = \frac{436915920}{126281596} = 3,5 \text{ роки}$$

$$K = O\Phi + O\phi3 = 82520000 + 355575155 = 438095155 \text{ грн}$$

Ефективність підприємства:

$$E = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,5} = 0,29$$

Фондовіддача:

$$\Phi B = \frac{B \cdot \text{Ц}}{O\Phi} = \frac{7665000 \cdot 65}{82520000} = 6$$

Фондоємність:

$$\Phi \epsilon = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{6} = 0,17$$

Фондоозброєність:

$$\Phi_{\text{озбр}} = \frac{O\Phi}{\text{Ц}} = \frac{82520000}{34} = 2427059$$

Під час виконання даного дипломного проекту був розроблений програмний модуль, який розраховує та моделює процес отримання поліетилену високого тиску при різних початкових умовах. За допомогою програмного модуля можна підібрати найбільш відповідний реактор для

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						38
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

даного процесу. Реактор купується у виробників, основні параметри розраховуються в програмному модулі.

Порівняння базового та нового реактора наведено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Показники базового та нового реактора

Визначаємо питомі витрати по базовому і новому реактору:

$$Z_6 = C_6 + E_H \cdot K_6 = 600000 + 0,15 \cdot 6000 = 610500 \text{ грн.}$$

$$Z_H = C_H + E_H \cdot K_H = 1200000 + 0,15 \cdot 9000 = 1204500 \text{ грн.}$$

де Z_6, Z_H – питомі затрати виробника на виробництво базового і нового засобів праці, C_6, C_H – собівартість базового і нового засобів праці, E_H – нормативний коефіцієнт ефективності для даного типу підприємства, K_H, K_6 – супутні питомі капіталовкладення споживача при застосуванні нового засобу праці (на одиницю продукції) без вартості самого засобу праці.

Доля нарахувань на реінновацію базового і нового засобу праці:

$$H_6^p = \frac{1}{T_6} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$H_H^p = \frac{1}{T_H} = \frac{1}{10} = 0,1$$

де H_6^p, H_H^p – доля нарахувань на реінновацію базового і нового засобу праці, T_6, T_H – строк служби базового і нового засобу праці.

Річний економічний ефект від запровадження нового реактора визначається за формулою:

$$\begin{aligned} \epsilon &= Z_6 \cdot \frac{ПП_H}{ПП_6} \cdot \frac{H_6^p + E_H}{H_H^p + E_H} + \frac{(I_6 - I_H) - E_H \cdot (K_H - K_6)}{H_H^p + E_H} - Z_H = \\ &= 610500 \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{0,2 + 0,15}{0,1 + 0,15} + \frac{(800000 - 400000) - 0,15 \cdot (70000 - 30000)}{0,1 + 0,15} - 1204500 = 5318973 \text{ грн} \end{aligned}$$

де $ПП_6, ПП_H$ – продуктивність праці базового і нового засобів праці, I_H, I_6 – річні експлуатаційні затрати споживача при застосуванні базового засобу праці, супутні питомі капіталовкладення споживача при застосуванні базового засобу праці (на одиницю продукції) без вартості самого засобу праці.

									Арк
									39
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

З проведеного розрахунку можна сказати, що впровадження нової техніки є економічно вигідно.

Побудуємо ВРПП з новим реактором. Одиничним виробом вважатимемо виготовлення однієї партії поліетилену (1000 кг).

Таблиця 5.7 - Тривалість обробки одиниці товару по апаратам

Продовження таблиці 5.7

Графік ВРПП представлений на рисунку 5.2.

Рисунок 5.2 - Послідовний вид руху предметів праці

Кількість робочих – 1 людина. Визначимо тривалість одного циклу:

$$t = \sum_{i=1}^m t_i = 3 + 2 + 2 + 6 + 6 + 2 + 5 + 3 + 6 + 6 + 2 + 2 + 8 + 5 = 60 \text{ хв}$$

$$n = \frac{T_{\text{зміни}}}{T_{\text{посл.}}} = \frac{8 \cdot 60}{60} = 8 \text{ партій}$$

де $T_{\text{зміни}}$ - тривалість однієї зміни, на даному підприємстві $T_{\text{зміни}} = 8$ год; n – кількість одиниць продукції, яка виготовляється за зміну.

Отже, за одну зміну, один робочий може виготовити 8 партій поліетилену (8000 кг).

Розрахуємо середньорічну тривалість виробничого циклу та річний випуск продукції, якщо:

- фактична тривалість виробничого циклу $T_{\text{вц}}^{\text{факт}} = 480 \text{ хв} = 8 \text{ год}$;
- річна тривалість роботи підприємства $T_p = 365 \cdot 24 = 8760$;
- режим роботи цілодобово;
- виробництво поліетилену за 1 цикл - 8000 кг.

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{с.р.}} = \frac{24 \cdot 365}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{факт}} = \frac{24 \cdot 365}{8760} \cdot 8 = 8 \text{ год}$$

Розрахуємо річний випуск продукції:

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						40
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$B = \frac{24 \cdot 365 \cdot B_{\text{ц}}}{T_{\text{вц}}^{\text{с.р.}}} = \frac{24 \cdot 365 \cdot 8000}{8} = 8760000 \text{ кг}$$

де $B_{\text{ц}}$ – випуск продукції за один виробничий цикл.

Розрахуємо вартість програми. Вартість роботи програміста складає 300 грн за годину роботи. На написання програмного модуля було витрачено 6 днів по 5 годин роботи кожного дня. Отже, зарплата програміста складатиме $ЗП_{\text{пр}} = 9000$ грн. Написання програмного модуля включає в себе витрати на світло. За годину роботи комп'ютер споживає 300 Вт. При розрахунку на 6 днів по 5 годин роботи отримуємо 9000 Вт або 9 кВт. Вартість електроенергії становить 1,57 грн/кВт. Отже, вартість програми складає:

$$B_{\text{прогр}} = ЗП_{\text{пр}} + З_e = 9000 + 9 \cdot 1,57 = 9014 \text{ грн}$$

Отже, ціна програмного модулю 9014 грн.

Основні фонди

$$ОФ = 82520000 + (1200000 - 600000) + 9014 = 83129014 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо річні витрати на електроенергію приймаючи до уваги, що підприємство працює цілодобово, тариф за приєднану потужність: $T_{\text{пр}} = 1,57$ грн/кВт; потужність обладнання: $H_{\text{об}} = 60$ кВт /т; освітлення цілодобове $H_{\text{ос}} = 30$ кВт/добу; кількість отриманого продукту за рік становить 8760 т.

$$\begin{aligned} Z_{e/e} &= 1,57 \cdot (H_{\text{об}} \cdot V_{\text{рік}} + H_{\text{ос}} \cdot 365) = \\ &= 1,57 \cdot (60 \cdot 8760 + 30 \cdot 365) = 842284 \text{ грн/рік} \end{aligned}$$

Оборотні засоби

$$\begin{aligned} \text{Обз} &= \text{Затрати на сировину} + \text{Електроенергія} + \text{Опалення} + \text{ФОП} \\ &+ \text{Додаткові затрати} = \\ &= 51501120 + 842284 + 90000 + 2794800 + 500000 \\ &= 355637204 \text{ грн/рік} \end{aligned}$$

Амортизація

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						41
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
 A &= A_{\text{прим.}} + A_{\text{обл.}} + A_{\text{новий реактор}} + A_{\text{транс.}} + A_{\text{сер.}} \\
 &= \frac{81000000}{5} + \frac{900000}{20} + \frac{12000000}{10} + \frac{15000}{20} + \frac{5000}{2} \\
 &= 16368250 \text{ грн}
 \end{aligned}$$

Собівартість

$$C = A + \text{Обз} = 16368250 + 355637204 = 372005453 \text{ грн.}$$

Обчислимо собівартість одного продукту:

$$C_{\text{од}} = \frac{C}{B} = \frac{372005453}{8760000} = 42,4 \text{ грн.}$$

Ціну на продукцію 65 грн.

Визначимо рентабельність підприємства:

$$P = \frac{Ц - C_{\text{од}}}{C_{\text{од}}} = \frac{65 - 42,4}{42,4} \cdot 100\% = 53 \%$$

Прибуток підприємства за рік:

$$\Pi = (Ц - C) \cdot B = (65 - 42,4) \cdot 8760000 = 197394547 \text{ грн/рік}$$

Період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{K}{\Pi} = \frac{437381120}{198676930} = 2,2 \text{ роки}$$

$$K = \text{ОФ} + \text{Обз} = 83129014 + 355637204 = 439266254 \text{ грн}$$

Ефективність підприємства:

$$E = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,2} = 0,45$$

Фондовіддача

$$\Phi B = \frac{B \cdot Ц}{\text{ОФ}} = \frac{8760000 \cdot 65}{83129014} = 6,8$$

Фондоємність:

$$\Phi \text{€} = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{6,8} = 0,15$$

Фондоозброєність:

$$\Phi_{\text{озбр}} = \frac{\text{ОФ}}{Ч} = \frac{83129014}{34} = 2496390$$

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						42
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Порівняння техніко-економічних показників підприємства з використанням базового та нового реактора наведено у додатку Г.

З розрахунків, наведених вище можна зробити висновок, що дане підприємство є рентабельним ($P = 53 \%$), прибуток за рік може скласти 197 394 547 грн. Також, можна зробити висновок, що реактор розрахований за допомогою програмного модуля, є більш економічно вигідним. Рентабельність збільшилась на 56 % та прибуток за рік збільшився на 16%, тому слід впроваджувати використання даного модулю на підприємстві.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		43

6 Охорона праці

Виробництво поліетилену високого тиску містить в обігу шкідливі вибухонебезпечні речовини. Також в даному об'єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Технічні рішення в проекті прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки виробництва..

В даному розділі на підставі аналізу всіх можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виявлених на проєктованому об'єкті, розроблені заходи, направлені на створення здорових і безпечних умов праці та пожежної безпеки.

6.1 Виявлення та аналіз ШНВФ в умовах виконання експериментальної частини науково-дослідної роботи. Заходи з охорони праці

6.1.1 Повітря робочої зони

Роботи, що виконуються в цеху за важкістю, згідно ДСН 3.3.6.042-99, відносяться до категорії Іа. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні, наведені в таблиці 6.1.

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.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						44
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

В таблиці 6. 2 наведено основні санітарні характеристики підприємства, а саме цеху отримання поліетилену високого тиску.

Таблиця 6.2 – Коротка санітарна характеристика виробництва

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28 роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду VII-б. У таблиці 6.3 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Природне освітлення використовується в світлий час доби, і створюється в виробничих приміщеннях через вікна або інші засклені прорізи. У вечірній і нічний час згідно ДБН В.2.5-28 в корпусах виробництва використовується штучне освітлення, що створюється світильниками типу ВЗГ - 200, виконаними у вибухозахисному виконанні.

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

Виробництво поліетилену оснащена освітлювальним обладнанням відповідно до зазначених вище норм. Проводка освітлювальної мережі виконується кабелем з алюмінієвими жилами в лотках. Освітленість виробничих приміщень становить 30 лк.

Освітлення побутових приміщень, лабораторій, приміщень КВП становить 200 лк і здійснюється люмінесцентними лампами денного освітлення типу Л.Д.

Передбачено також і аварійне освітлення. Аварійне освітлення має незалежні джерела живлення і включається або автоматично, або вручну. Аварійне освітлення повинно створювати освітлення на поверхнях не менше 5% від мінімальної норми для цих поверхонь і не менше 0,5 лк, при евакуації людей всередині приміщень не менше 2 лк і на території 1 лк для продовження робіт.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		45

6.1.3 Захист від шуму і вібрації

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: вентилятор. Джерелами шуму на виробництві є реактор, сепаратори, дільники, компресори, насоси. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

Згідно ДСН 3.3.6.037-99 у виробничих приміщеннях рівень звуку не повинен перевищувати повинен 80 дБА. Згідно ДСН 3.3.6.039-99 допустимий рівень вібрації в приміщенні 1-го ступеня – 3 дБ, а для 2-ї 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.

Основними організаційними заходами по боротьбі з шумом і вібрацією є: розташування відділення компресії етилену з підвищеним рівнем шуму на віддалі від малозумних приміщень; дистанційне керування віброакустичним обладнанням з кабін; застосування індивідуальних засобів захисту від шуму і вібрацій, проведення санітарно - профілактичних заходів для робітників, зайнятих на віброакустичному активному обладнанні; ізоляція фундаменту під віброактивним обладнанням від несучих конструкцій та інженерних комунікацій; активна і пасивна віброізоляція компресорів і насосів, робочих місць операторів і машиністів.

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 допустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі $I_{л} = 6 \text{ мА}$, $U_{\text{дот}} = 36 \text{ В}$;

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		46

при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{л} = 0,3 \text{ мА}$, $U_{\text{дот}} = 3 \text{ В}$.

Порівняємо розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_{л} + R_0} = \frac{220 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А}$$

де $R_{л} = 2 \dots 4 \text{ кОм}$, опір тіла людини; $R_0 = 4 \text{ Ом}$, опір нейтралі заземлення; $U_{\phi} = 220 \text{ В}$, фазова напруга.

Напруга дотику розраховується за формулю:

$$U_{л} = I_{л} \cdot R_{л} \cdot 10^3 = 0,05 \cdot 4000 = 220 \text{ А}$$

Для захисту людей від ураження електричним струмом в умовах виробництва застосовуються такі заходи струмоведучих систем, всі електроустановки мають додаткове заземлення, захисне відключення та ізоляцію.

Застосовуваний в цеху етилен і одержуваний поліетилен мають високу об'ємне питомий опір, рівний в середньому 1015 Ом .

При переміщенні в апаратах і трубопроводах етилену, рідин, гранульованого поліетилену відбувається виникнення зарядів статичної електрики. У процесі транспортування і перемішування гранул поліетилену утворюється його пил. При наявності вибухонебезпечної концентрації етилену або поліетиленовою пилу в повітрі розряди статичної електрики можуть призвести до вибуху.

Для забезпечення надійності захисту від статичної електрики передбачаються наступні заходи:

- відведення статичної електрики здійснюється шляхом заземлення устаткування і комунікацій;
- обладнання, трубопроводи, вентиляційні короба і кожухи термоізоляції повинні представляти собою на всій довжині безперервний ланцюг, яка в межах цеху приєднана до контуру заземлення не менше, ніж в двох точках;

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						47
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- для транспортування гранульованого поліетилену застосовуються труби з металу;
- для запобігання можливості виникнення вибухонебезпечних концентрацій етилену і поліетиленовою пилю здійснюється подача азоту в апарати і трубопроводи;
- проведення робіт усередині апаратів, де можливе виникнення вибухонебезпечної концентрації, забороняється працювати в одязі з синтетичних тканин;
- лабораторна перевірка справності пристроїв захисту від статичної електрики проводиться не рідше одного разу на рік за графіком, затвердженим головним інженером заводу.

6.1.5 Безпека технологічного процесу та обслуговування обладнання

До виконання робіт з етиленом допускаються особи, які досягли 18-років; пройшли медичний огляд відповідно та не мають медичних протипоказань; пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці; при наявності розписки про небезпеку етилену. Особи, які працюють з етиленом, вміють користуватися засобами колективного та індивідуального захисту. При роботі з етиленом можливе подразнення слизових оболонок очей та дихальних шляхів, головний біль, дзвін у вухах, неврити, розлади зору.

Перед початком роботи передбачено:

- включити загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію.
- Перевірити: наявність і справність засобів індивідуального та колективного захисту; справність технологічного обладнання. При виявленні несправностей обладнання та засобів колективного захисту сповіщається керівник;

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						48
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

— транспортування етилену здійснюється засобом, який виключає можливість попадання його у виробниче та навколишнє середовище. Етилен зберігається у спеціальній залізній тарі;

— етилен зберігається у спеціальних приміщеннях з підлогами, що легко змиваються водою. Приміщення обладнано вентиляцією;

— по закінченню робіт передбачено: прибрати робоче місце. Залишок етилену (від добового запасу), що не повністю витратився під час роботи, здається на склад.

Безпека в цеху під час проведення технологічного процесу і ремонтних роботах забезпечується змістом засобів колективного захисту в справному стані.

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.

На установці передбачені такі засоби пожежогасіння:

— дренажна установка для створення зрошення займистих предметів і конструкцій. Автоматичне включення відбувається при плавленні легкоплавкого замка троса дренчерній установки. Ручне включення установки відбувається відкриттям відповідної запірної арматури. У зимовий час колектор дренчерній арматури на зовнішній установці щоб уникнути заморожування звільняється від води. При необхідності включити, відкривають арматури загального трубопроводу пожежної води і заповнюють колектор водою і приводять секції в дію, як зазначено вище.

— на установці є вогнегасники ОУ-2, ОПУ-5 для гасіння локального займання, пожежний водопровід, пісок, лопати, носилки, пожежні сповіщувачі.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						49
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

— щоб уникнути утворення вибухонебезпечних концентрацій етилену в повітрі на установці встановлені газоаналізатори з пристроєм світлової та звукової сигналізації СВК-ЗМ, що сигналізує про наявність в повітрі горючих газів, парів і їх сумішей.

У таблиці 6.5 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю.

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.

Таблиця 6.5 - Показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин та матеріалів.

Небезпечні потенціали можуть виникати також в результаті прямих і вторинних проявів блискавки. Розряди атмосферної електрики здатні викликати вибухи, загоряння, руйнування наземної частини об'єктів, тому в проекті передбачена система захисних заходів безпеки від дії блискавок відповідно до РД 34.21.122 - 85. Від прямих ударів блискавки, споруди захищають блисковковідводи, що сприймають блискавку і відводять її струм в землю. Для захисту від вторинних проявів блискавок, все обладнання і апаратура з'єднуються між собою таким чином, щоб вони склали єдину безперервну ланцюг, яка заземлюється в ряді місць. Перевірка заземлення та замір опору проводиться не рідше одного разу на рік, розтин заземлення раз в 10 років. Опір заземлення не повинен перевищувати 20 Ом.

					ХА 2110 1490 001 ПЗ	Арк
						50
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розглянуто процес отримання поліетилену високого тиску. Вирішено наступні задачі:

1. Проаналізовано технологічні особливості виробничого процесу отримання поліетилену високого тиску та було обрано реактор.

2. Розраховано матеріальний баланс схеми процесу отримання поліетилену високого тиску.

3. Відповідно до технологічного завдання розроблено обчислювальний модуль для комп'ютерного моделювання процесу отримання поліетилену високого тиску та встановлено основні параметри реактора. Параметри реактора: довжина реактора 8 м; внутрішній діаметр 0,4 м; кількість оборотів 1500 хв/об..

4. Розроблено схему автоматизації процесу отримання поліетилену високого тиску, підібрані необхідні технічні засоби автоматизації.

5. Виявлено та проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, визначено шляхи їх усунення.

6. Розраховано техніко-економічні показники виробничого отримання поліетилену високого тиску, за яким визначено, що дане виробництво є доцільним.

					ХА 2106 1490 001 ПЗ	
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Промышленное производство полиэтилена - Электронные дан. – Режим доступа: <http://www.polymer.ru/material.php?id=3>
2. Бугаєва Л.М., Безносик Ю.О., Статюха Г.О. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів. Навчальний посібник, гриф МОН, Київ, Політехніка, 2014. – 132 с.
3. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие /Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.
4. Яворський, В.Т. Загальна хімічна технологія [Текст] // В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук – Львів: Львівська Політехніка, 2009. – 552 с.
5. Бесков, В.С. Общая химическая технология [Текст] // В.С. Бесков – М.: Академкнига, 2005. - 452 с.
6. Юкельсон, И.И. Технология основного органического синтеза [Текст] // И.И. Юкельсон – М.: Химия, 1969. – 848 с.
7. Холоднов, В.А. Системный анализ и принятие решений. Компьютерное моделирование и оптимизация объектов химической технологии [Текст] // В.А. Холоднов, В.П. решетиловский, М.Ю. Лебедева, Е.С. Боровинская – С.-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 425 с.
8. Холоднов, В.А. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов [Текст] // В.А. Холоднов, В.П. Дьяконов, Е.Н. Иванова, Л.С. Кирьянова - С.-Петербург: Професионал, 2003. – 480 с.
9. Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности [Текст] // Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – М.: Химия, 1988. – 287с.

					ХА 2106 1490 001 ПЗ	
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		52

10. 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.

11. Промышленное производство полиэтилена - Электронные дан. – Режим доступа: <http://www.camelotplast.ru/info/history-polietilen.php> .

12. Промышленное производство полиэтилена – Электронные дан. – Режим доступа: http://pro-okna.com/spravochnik/tehnologiya_plastmass/proizvodstvo_polietilena_nizkoj_plotnosti

13. Полиэтилен высокого давления. Научно-технические основы промышленного синтеза / А. В. Поляков, Ф. И. Дунтов, А. Э. Софиев и др. - Л.: Химия, 1988. - 200 с.

					ХА 2106 1490 001 ПЗ	
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		53