

## ЗМІСТ

### ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І

<b>ТЕРМІНІВ.....</b>	11
<b>ВСТУП.....</b>	11
<b>1. Аналіз технологічної схеми процесу низькотемпературного розподілу коксового газу .....</b>	<b>12</b>
1.1 Аналіз виробництва етилену.....	12
1.2 Опис технологічної схеми .....	14
<b>2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу отримання етилену.....</b>	<b>16</b>
2.1 Побудова структурної схеми .....	16
2.2 Виконання структурного аналізу .....	19
<b>3 Комп'ютерне моделювання розрахунку ректифікаційної колони.....</b>	<b>23</b>
3.1 Технічне завдання на розробку програмного модуля .....	28
<b>4 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання етилену.....</b>	<b>28</b>
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми .....	28
4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації .....	33
4.3 Опис системи автоматизації .....	34
<b>5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва етилену... 36</b>	
5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу виробництва етилену .....	37
5.2 Техніко – економічні показники виробництва етилену.....	41
5.3 Оцінка одноразових і поточних витрат .....	42

					ХА3112.1490.001 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерний розрахунок процесу виробництва аміаку з коксового газу Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Разроб	Кулик Є.О.						7	85
Перев.						"КПІ ім. Ігоря Сікорського", ХТФ, гр. ХА-31		
Н.Контр.	Шахновськи							
Затв.	Медведєв							

<b>6 Охорона праці</b> .....	48
6.1 Виявлення та наліз ШНВФ в умовах виконання експериментальної частини науково-дослідної роботи. Заходи з охорони праці .....	48
6.1.1 Повітря робочої зони .....	48
6.1.2 Виробниче освітлення .....	50
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій .....	53
6.1.4 Електробезпека .....	53
6.1.5 Безпека технологічного процесу та обслуговування обладнання .....	54
6.2 Пожежна безпека .....	58
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	61
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	62
<b>ДОДАТКИ</b> .....	65
Додаток А .....	65
Додаток Б .....	68
Додаток В .....	74
Додаток Г .....	82
Додаток Д .....	85

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НТР – низькотемпературна ректифікація;

НТК – низькотемпературна конденсація;

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ФОП – фонд оплати праці;

ОЗ – основні засоби;

А – амортизація основних фондів;

С – собівартість;

П – прибуток;

Ц – ціна;

ФОП – фонд оплати праці;

КНП – клас небезпечності підприємства;

КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

ЕПС - електрична пожежна сигналізація.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Хімічна технологія являє собою одну з найважливіших галузей сучасної техніки. Змістом її є розробка і вдосконалення різних методів облагородження і переробки сировини в товарні продукти.

У зв'язку з розвитком промисловості на основі створення високопродуктивних установок зростає значення процесів тепло- і масообміну з точки зору раціонального використання теплоенергетичних та сировинних ресурсів. Одним з важливих завдань промисловості є інтенсифікація технологічних процесів та заощадження цінних сировинних ресурсів. Основний шлях для досягнення цього – створення технологій та технологічних процесів, при яких весь потік сировини та всі енергетичні ресурси повністю чи з максимальною повнотою використовуються у виробництві продукції.

Технологія уловлювання хімічних продуктів коксування пов'язана з утворенням великого обсягу викидів в атмосферу, а також утворення рідких і твердих відходів. Очищений димовий газ є цінною сировиною, оскільки він як висококалорійне паливо використовується у промислових печах, газових двигунах, скловарінні, коксуванні, а також для отримання електроенергії і високих температур у металургії. Він є важливою сировиною у хімічній промисловості для отримання водню, сажі, ацетиленута іншої продукції.

В даний час з коксового газу виділяють водень, необхідний для синтезу аміаку методом фракційної конденсації при низьких температурах. Отримана при цьому етиленова фракція служить сировиною для різних синтезів.[17]

Метою дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» є вивчення процесу виробництва етиленової фракції в лінії виробництва аміаку з коксового газу шляхом низькотемпературного розділення коксового газу.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						10
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

# 1. Аналіз технологічної схеми процесу низькотемпературного розподілу коксового газу

## 1.1 Аналіз виробництва етилену

Перші установки, призначені для низькотемпературного поділу коксового газу, що з'явилися в 20-х роках, добре зарекомендували себе в експлуатації, що сприяло швидкому розвитку і широкому впровадженню цього методу в промисловості.

Етилен - хімічна сполука, що описується формулою  $C_2H_4$ . У природі етилен практично не зустрічається. Це безбарвний горючий газ зі слабким запахом. Етилен – одна із найпопулярніших органічних сполук в світі; загальне світове виробництво етилену в 2005 році склало 107 мільйонів тонн і продовжує рости на 4-6% на рік.[21]

Низькотемпературний поділ коксового газу дозволяє застосувати найбільш передову технологію, апаратуру і машини. При цьому відпадає необхідність в очищенні газу від органічних сполук. Крім того, можливо використовувати етилен і пропілен коксового газу для отримання цінних органічних продуктів - етилбензолу і ізопропилбензола.

Саме з урахуванням індивідуальних хімічних і фізико-хімічних властивостей компонентів газової суміші обирають той або інший метод розділення, видобування і виділення індивідуального компоненту або фракції компонентів.[25]

Метод низькотемпературного поділу коксового газу ("глибоке охолодження") дозволяє без конверсії отримувати водень з поверненням для термічних процесів висококалорійного газу. Так як в даному випадку не виходить вуглекислота, цей метод застосовується на заводах, які не виробляють вуглеамонійних солей, сечовини і не кооперуються з содовим виробництвом.

В свою чергу цей метод буває 2-х видів:

Метод низькотемпературної конденсації (НТК) і зрідження фракцій

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						11
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

газових компонентів, заснований на використанні області температур глибокого холоду, в поєднанні з подальшою ректифікацією зріджених газових сумішей.

Низькотемпературна конденсація супроводжується послідовною конденсацією окремих компонентів газового конденсату або їх фракцій. В апаратному оформленні цього процесу поряд з ефектом дроселювання застосовується також штучне охолодження пропановим холодом або каскадного холодильного циклу. Завдяки чому можливе видобування з газу до 90% етану, 99% пропану і 100% всіх інших вуглеводнів. В процесі низькотемпературної конденсації газу охолодження продовжують лише до заданого ступеня конденсації парової фази (вихідного газу), яка визначається необхідною глибиною витягання цільових компонентів з газу і досягається за допомогою цілком конкретної (в залежності від складу вихідного газу і тиску в системі) кінцевої температури процесу охолодження . Ця температура досягається шляхом підведення розрахункової кількості холоду потрібного температурного рівня. Низькотемпературна конденсація забезпечує глибоке видобування та високу чистоту товарних продуктів, вона найбільш економічна з усіх використовуваних нині процесів.[23]

Метод низькотемпературної ректифікації бінарних і багато-компонентних зріджених газів полягає в розділенні зріджених газових сумішей, який проводять при дуже низьких температурах під надлишковим тиском в апаратах, кілька відмінних від звичайних. При цьому продукти поділу отримують повністю або частково в пароподібному вигляді.

Низькотемпературна ректифікація використовується для розділення газів, широких за фракційним складом і містять легкі компоненти: метан, азот, водень, етан і етилен. Вона полягає в конденсації газів і подальшої ректифікації отриманого конденсату.

Низькотемпературна ректифікація (НТР )широко застосовується для виділення етилену з продуктів піролізу. Метод дозволяє отримувати етилен 99% - ної чистоти.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Низькотемпературна ректифікація заснована на охолодженні газової сировини до температури, при якій система переходить в двофазний стан, і наступному поділі утворилася газорідинної суміші без попередньої сепарації в тарілчастих або насадок ректифікаційних колонах. НТР в порівнянні з НТК дозволяє проводити розділення вуглеводневих сумішей з отриманням більш чистих індивідуальних вуглеводнів або вузьких фракцій.

Низькотемпературна ректифікація відрізняється від процесу низькотемпературної конденсації тим, що процес ректифікації відбувається при більш низькій температурі. НТР в порівнянні з НТК дозволяє проводити поділ вуглеводневих сумішей з отриманням більш чистих індивідуальних вуглеводнів або вузьких фракцій.[24]

Вироблені Інститутом азотної промисловості розрахунки показують, що доцільно застосовувати схему низькотемпературного поділу коксового газу, яка призводить до зниження собівартості аміаку приблизно на 10-12% і зменшення питомих капіталовкладень. Якщо необхідно переробити в аміак всі потенційні ресурси водню коксового газу, то може застосовуватися парокислородна (або з добавкою повітря) конверсія вуглеводнів до окису вуглецю і водню.[25]

## 1.2 Опис технологічної схеми

Коксовий газ поступає до конденсаторів 1,2, де охолоджується до  $-80^{\circ}\text{C}$ , в результаті чого етилен частково конденсується. В сепараторі 3 рідкий етилен відділяється. Коксовий газ після сепаратору 3 прямує до конденсаторів 4,5 де охолоджується до  $-115^{\circ}\text{C}$ . В результаті чого частина етилену сконденсовується та відділяється в сепараторі 6. Рідкий етилен, який відділився в сепараторі 3 та сепараторі 6, змішавшись прямує до конденсатора 2, де забирає частину тепла з коксового газу. Після конденсатора 2 етилен прямує на склад. Коксовий газ з сепаратору 6 надходить до ректифікаційної колони 7, в якій етилен повністю відділяється від коксового газу. Етилен після ректифікаційної колони 7 надходить до

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

конденсатора 4 та забирає частину тепла від коксового газу. Після цього етилен надходить на склад. З ректифікаційної колони 7 коксовий газ збіднений на етилен розділяється на два потоки, які прямують до детандера 8 та теплообмінника 9.

Коксовий газ збіднений на етилен, охолодившись в детандері 8, послідовно прямує до теплообмінників 9, 5 та 1, де забирає частину тепла з потоків коксового газу. Охолодивши потоки, він прямує на склад.

Інший потік коксового газу збідненого на етилен, охолодившись в теплообміннику 9 прямує до сепаратора 10, де рідкий метан відділяється та прямує до ректифікаційної колони 7, а решта газу надходить на склад.

1,3,7 – конденсатори; 2,4,8 – сепаратор; 5 – ректифікаційна колона; 6 –  
детандер

Рисунок 1.2 – Технологічна схема виробництва етилену

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		14



## 2. Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання етилену

У даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання етилену, визначення загальних та покомпонентних витрат, складів потоків. Початкові дані до розрахунку матеріальних балансів наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Початкові дані до розрахунку матеріальних балансів

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів було виконано в програмі-симуляторі ChemCad 6.3.1. Розроблена схема наведена на рисунку 2.1.

1,2,4,5,11 - конденсатори; 3,6,12 — сепаратори; 7 - змішувач; 8 — ректифікаційна колона; 9 — дільник; 10 - теплообмінник

Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва етилену в ChemCad 6.3.1

Перелік апаратів, які були використані при моделюванні процесу низькотемпературного розділення коксового газу за допомогою програмного середовища ChemCad, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік апаратів в середовищі ChemCad

Матеріальний баланс даного процесу отриманий за допомогою програмного середовища ChemCad 6.3.1 наведений в таблиці 2.3 та представлений в додатку А.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку процесу

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу низькотемпературного розділення коксового газу розраховано вірно. З отриманими результатами можна перейти до

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						15
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

розрахунку конструкційних параметрів ректифікаційної колони та параметрів процесу низькотемпературного розділення коксового газу в ліній виробництва аміаку.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						16
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 2.1 Побудова структурної схеми

Спочатку складаємо таблицю відповідності потоків та апаратів і побудуємо структурну схему.

Рисунок 2.2 — Структурна схема отримання етилену

Таблиця 2.4 - Формалізація задачі ХТС

## 2.2 Виконання структурного аналізу

Виконуємо послідовно всі кроки структурного аналізу схеми.

Матриця суміжності  $A$  для наведеної схеми матиме наступний вигляд:

$A =$

0	1	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	1	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	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	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	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

За допомогою Matlab знаходимо кількість комплексів:

```
>> C=A | A^2| A^3| A^4| A^5| A^6| A^7| A^8| A^9| A^10| A^11| A^12  
C =  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
```

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ХА 3112 1490 001 ПЗ

Арк  
18

```

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

```

>> D = C' & C

D =

```

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

```

З матриці D видно, що в схемі присутій один комплекс.

Попередня послідовність розрахунку схеми виглядає наступним чином:

ППРС = (K), де K = ( 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Визначимо контури у комплексі, для цього формуємо список суміжності для комплексу:

Будуємо прадерево для комплексу:

Комплекс складається з 6-и контурів:

- I = 1-2-3-5-6-1.
- II = 2-3-4-2.
- III = 2-3-5-6-7-4-2.
- IV = 5-6-7-8-5.
- V = 6-7-8-9-10-11-6.
- VI = 8-9-10-11-12-8.

1. Складемо матрицю контурів (вважаємо, що параметричність однакова для всіх):

2. Визначаємо оптимальну множину розриваємих дужок (ОРМД).

Обираємо для розриву дуги з більшим «f» та з меншою параметричністю «р».

ОМДР = (2-3); (6-7); (12-8).

Визначимо послідовність розрахунку схеми (ОПРС).

Отже, отримаємо послідовність розрахунку схеми (ОПРС).

**ОПСР = 3, 5, 7, 4, 2, 8, 5, 6, 1, 9, 10, 11, 12.**

### **3 Комп'ютерне моделювання розрахунку ректифікаційної колони**

#### **3.1 Технічне завдання на розробку програмного модуля**

Створити програмний модуль для розрахунку основних конструкційних параметрів ректифікаційної колони. Вихідними даними для розрахунку є:

Вихідними даними для розрахунку є:

Тип колони: тарілчаста колона безперервної дії з ситчастими тарілками.

Витрата вихідного потоку – 1620 кг/год

Масові концентрації НКК компонента:

- у вихідній суміші  $x_f = 0.105$ , долі мас;
- в дистилляті  $x_d = 0.99$  долі мас;
- в кубовому залишку  $x_w = 0.001$  долі мас%.
- молярна маса етилену –  $M_a = 28.05$  кг/кмоль;
- молярна маса метану –  $M_b = 16.4$  кг/кмоль.

Розглянемо алгоритм розрахунку параметрів протікання процесу.

Маючи рівняння матеріального балансу колони визначаємо продуктивність колони по дистилляту  $D$  та кубовому залишку  $W$ :

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						20
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

(3.1)

Рівняння рівноважної кривої було отримано шляхом апроксимації експериментальних даних (таблиця 3.1).[3]

Таблиця 3.1 – Рівновага суміші метан-етилен

Рисунок 3.1 - – Рівноважна крива суміші метан-етилен

Рівняння паро рідинної рівноваги має наступний вигляд:

Середньоквадратична похибка апроксимації дорівнює:

Навантаження ректифікаційної колони по парі та рідині визначається робочим флегмовим числом  $R$ :

(3.2)

де  $x_F$  і  $x_D$  - мольні долі легколетучого компонента відповідно в вихідній суміші і дистилаті, *кмоль/кмоль суміші*;  $y_F^*$  - концентрація легколетучого компонента в парі, що знаходиться в рівновазі з вихідною сумішшю (рис. 3.2), *кмоль/кмоль суміші*. [4]

Перерахуємо склад фаз із масової частки в мольну по відношенню:

(3.3)

де  $M_a$  і  $M_b$  - молекулярні маси відповідно ізопропанолу та води, *кг/кмоль*.

Мінімальне флегмове число визначається за формулою:

(3.4)

Робоче флегмове число:

Звідси:

- витрата флегми  $R_f = R \cdot D$
- витрата пари  $G_f = R_f + D$

Середні масові потоки пари в верхній  $G_B$  та нижній  $G_H$  частині

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						21
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

колони відповідно дорівнюють:

$$, \quad (3.5)$$

де  $M'_B$  та  $M'_H$  - середні мольні маси парів в верхній та нижній частинах колони:

де

Знайдемо густину рідини  $\rho_{xB}, \rho_{xH}$  та пари  $\rho_{yB}, \rho_{yH}$  в верхній та нижній частині колони при середніх температурах в них  $t_B$  та  $t_H$ .

$$; \quad (3.6)$$

Середні значення густини в верхній та нижній частині колони рівні  $\rho_{xB} = 325 \text{ кг/м}^3$  та  $\rho_{xH} = 321 \text{ кг/м}^3$ .

Середня в'язкість суміші при температурі  $-93,5 \text{ }^\circ\text{C}$  рівна  $\mu_x = 0,0000005 \text{ Па} \cdot \text{с}$

Коефіцієнт дифузії в паровій фазі визначається за формулою:

$$(3.7)$$

де  $V_A=49.4, V_B=38.6$ — мольні об'єми розчиненої речовини та розчинника.

Коефіцієнт дифузії в рідкій фазі визначається за формулою:

$$(3.8)$$

Температурний коефіцієнт на поправку

$$(3.9)$$

Коефіцієнт дифузії в рідкій фазі визначається за формулою:

$$(3.10)$$

Швидкість пари:

$$(3.11)$$

Діаметр ректифікаційної колони визначається за формулою:

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						22
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Знаючи діаметр апарата необхідно вибрати основні параметри тарілок в апараті. Для цього необхідно скористатися каталогом Колонні апарати .[5]

В данному каталозі представлені основні дані по апаратам та основні параметри тарілок та їх вибір.

Мною було обрано колону діаметром  $D=600$  мм, та відстань між тарілками в колоні становить 200 мм.

Тип тарілок вибраний ситчаті. Дані тарілки є найменш матеріалоємкими, найбільш простими та високоефективними, ККД для таких тарілок становить 75%.

Висота колони визначається за формулою:

$$H_{\text{кол}} = H_{\text{оп}} + H_{\text{кр}} + n \cdot h \quad (3.32)$$

де  $H_{\text{оп}}$  та  $H_{\text{кр}}$  – висота опори та кришки колони, відповідно дорівнюють 650 мм та 350 мм згідно ГОСТ 2696-84;  $H_{\text{ТК}}$  – відстань від тарілки до кришки, 0,8 м;  $n$  – кількість тарілок в колоні, 20 шт.;  $h$  – висота між тарілками в колоні, також визначається відповідно до діаметру колони та дорівнює 200 мм.

Звідси, висота колони дорівнюватиме:

Отже, в результаті розрахунків було отримано колону діаметром 0,6 м, висотою 5,6 м та кількість тарілок становитиме 20 шт.

Для забезпечення стійкості та надійності роботи даного апарату, для монтажу колони було обрано «Опори для вертикальних апаратів 3400-338-80».[1]

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



## **4 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання етилену**

### **4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми**

За останні роки широке поширення в сфері нових технологій отримало таке поняття, як автоматизація промислових установок і технологічних комплексів.

Автоматизація виробництва - це застосування комплексу засобів, що дозволяють здійснювати виробничі процеси без участі людини, але під його контролем.

Сучасний ринок вимагає від виробництва все більшої продуктивності при мінімальних витратах — це можливо тільки при комплексному підході до автоматизації підприємства і модернізації робочих місць. Підвищення ступеня автоматизації підприємства веде до підвищення стабільності технологічного процесу, зменшення людського фактора, поліпшення прозорості виробництва, що в кінцевому підсумку позитивно позначається на якості готової продукції і веде до зниження її собівартості. Промислова автоматизація зменшує чисельність обслуговуючого персоналу, підвищує надійність і довговічність машин, дає економію матеріалів, поліпшує умови праці і підвищує безпеку виробництва. Автоматизоване виробництво робить технологічний процес гнучким, що дозволяє підприємству змінюватися і підлаштовуватися під ринок, а це дуже актуально в період економічної нестабільності.

Автоматизація незамінна там, де є складний технологічний процес, стомлюваність робітників, небезпека для робітників, підвищений тиск і температура. В результаті автоматизації людина звільняється від важкої ручної праці, що знижує рівень виробничого травматизму і виступає в ролі обслуговуючого персоналу, який здійснює ремонт і налагодження.

Високий рівень продуктивності досягається завдяки тому, що у виробництві сьогодні використовуються технічні засоби автоматизації. Вони забезпечують автоматичне отримання, передачу, перетворення, порівняння і

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						24
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

використання інформації з метою контролю та управління виробничими процесами.

Промислова автоматика в наш час виконує більшість функцій, що вимагають від людини колосальних фізичних або розумових затрат, виконуючи при цьому необхідні дії в сотні - тисячі разів швидше простих робітників.

Саме тому більшість виробництв для успішного розвитку бізнесу використовує системи автоматизації.[9]

Так само при автоматизації не мало важливим пунктом є людино-машинний зв'язок. Даний зв'язок необхідний для візуалізації технологічного процесу. Це можуть бути як сенсорні панелі операторів, так і автоматизовані робочі місця (АРМ) оснащені комп'ютером. Оператор може коригувати, керувати параметрами процесу, вводити необхідні уставки, наприклад межа температури. За допомогою АРМ можливо архівувати параметри технологічного процесу. Наприклад вести облік сировини, витраченого для виробництва продукції.

Завдання автоматизації технологічного процесу отримання етилену низькотемпературним розділенням полягає в підборі необхідної машинно-апаратної схеми для забезпечення заданого виходу продукту, а саме – етилену. В ректифікаційній колоні відбувається охолодження при  $-162^{\circ}\text{C}$ , тому потрібно контролювати її. Температура в конденсаторах 1,3,7 відповідно дорівнює  $-80^{\circ}\text{C}$ ,  $-145^{\circ}\text{C}$ ,  $-162^{\circ}\text{C}$ , тому потрібно контролювати та регулювати її.

Для забезпечення необхідного виходу етилену необхідно регулювати та контролювати наступні параметри: температуру в ректифікаційній колоні, температуру в трубопроводах та витрату коксового газу у трубопроводі.

Також є параметри (концентрація метанолу, CO, етилену в повітрі), про значення яких необхідно сигналізувати. До таких параметрів на даному виробництві належать ті, які можуть спричинити аварійну ситуацію, а саме метанол та чадний газ, також вони мають негативний вплив на організм

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						25
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

людини (запаморочення, отруєння).

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

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю

На основі даних, наведених в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу отримання етилену низькотемпературним розділенням коксового газу, яка включає в себе 16 контурів контролю, 7 контурів контролю і регулювання, 1 контур контролю і сигналізації.

#### **4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації**

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 діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Тому для автоматизації процесу виробництва метанолу були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників. [6 - 12]. Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Г.

#### **4.3 Опис системи автоматизації**

##### **Контроль та регулювання температури**

В якості вимірювальних приладів температури для контурів 1, 2, 3,

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4, 5, 6, та 7 було обрано термоперетворювачі опору марки ТСПУ-0289 з діапазоном вимірювання температури від -200 до 600°C, що призначені для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах, шляхом перетворення опору в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА з перетворювачів що знаходиться в таких позиціях: 1а, 2а, 3а, 4а, 5а, 6а, та 7а. Отриманий сигнал з термоперетворювача передається на показуючий автоматичний прилад слідкуючого урівноваження марки РП 160 – 30 (поз. 3б, 4б), або на ПД - регулятор МТМ 620 (поз. 1б, 2б, 5б, 6б та 7б), який видає регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЕО-40/10 (поз. 1в, 2в, 5в, 6в та 7в).

### **Контроль і регулювання витрат**

Для контролю та регулювання витрати в контурах 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 та 21 використовується звужуючий пристрій – діафрагма, виготовлена зі сталі марки 12Х18Н10Т, а саме:

- в контурах 8, 9, 11, 13, 15, 17, та 21 – діафрагма камерна ДКС 10 – 250 з діаметром умовного проходу 250 мм;
- в контурах 18 та 19 – діафрагма камерна ДКС 10 – 150 з діаметром умовного проходу 150 мм;
- в контурах 10, 12, 14, 16, та 20 – діафрагма камерна ДКС 10 – 50 з діаметром умовного проходу 50 мм.

Сигнал з первинного перетворювача – діафрагми (поз. 8а, 9а, 10а, 11а, 12а, 13а, 14а, 15а, 16а, 17а, 18а, 19а, 20а та 21а) передається на дифманометр (поз. 8б, 9б, 10б, 11б, 12б, 13б, 14б, 15б, 16б, 17б, 18б, 19б, 20б та 21б) мембранний без шкальний, який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал, який є вхідним сигналом на наступні прилади – показуючий автоматичний прилад слідкуючого урівноваження марки РП 160 – 30 (поз. 8в, 9в, 10в, 11в, 12в, 13в, 14в, 15в, 16в, 18в, 19в, 20в та 21в), або на ПД - регулятор МТМ 620 (поз. 17в), який видає регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЕО-40/10 (поз. 17г).

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						27
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

### **Контроль тиску**

Для контролю тиску в ректифікаційній колоні в контурі 22, використовується комплект регулювання тиску, до якого входять: датчик тиску, та показуючий автоматичний прилад марки РП 160 – 30. Отриманий сигнал з датчика (поз. 22а) прямує до показуючого автоматичного приладу (поз. 22б), який розташований на щиті.

### **Контроль та регулювання рівня**

Для контролю та регулювання рівня в ректифікаційній колоні 7, на схемі встановлений комплект регулювання рівня САУ-М6 (поз. 23а та 23б), який включає в себе кондуктометричний датчик та електронний регулятор рівня рідини ЕРСУ-3. Даний комплект призначений для регулювання та підтримки в заданих межах рівня рідини в колонах. При занадто великій зміні рівня рідини в колонах прилад видає регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЕО-40/10 (поз. 23в), який регулює витрату кубового залишку, і як наслідок стабілізує рівень рідини в колоні.

### **Сигналізація концентрації шкідливих речовин в приміщенні**

Для сигналізації про перевищення ГДК шкідливих речовин в приміщенні (метанолу, етилену та чадного газу) розроблено контур автоматизації 24, в який входять: 3 датчика GS133 з діапазоном виміру 0 – 29 мг/м<sup>3</sup> (розташовані на стелі цеху), підсилювач сигналу, реєстратор та сигналізація. Датчики через кожні 2 секунди передають сигнал на канал і в разі, якщо концентрація шкідливих речовин в повітрі перевищує 2%, прилад видає світловий та звуковий сигнали.

Розроблена схема автоматизації забезпечує проведення процесу в регламентованому режимі.

## **5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва етилену**

У даному дипломному проекті розглядається підприємство, що спеціалізується на виготовленні етилену.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						28
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

За кордоном установки виділення етилену з сухого газу експлуатуються вже близько 30 років, при цьому в якості технології в основному застосовують низькотемпературне розділення. Цей метод має ряд недоліків, серед яких складна технологія очищення від домішок, використання обладнання зі спеціальних сталей, чутливість до зміни складу сировини. Зазначені недоліки зумовлюють високі капітальні витрати, тому низькотемпературний поділ газу стає рентабельним тільки при високій продуктивності по етилену. Разом з цим на ряді підприємств, що випускають полімери, виникає потреба в незначній кількості етилену в якості добавки до основного мономеру. Таким чином, актуальним є створення малотоннажних установок для отримання етилену поблизу джерел сухого газу за технологією з мінімальними капітальними витратами.[20]

Одним з найважливіших 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.[22]

Метою роботи є розробка нової технології виділення етилену, яка буде економічно ефективна та зіставлення розробленої технології з відомою французькою технологією на основі приведених витрат.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						29
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу виробництва етилену

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

Види виробничих процесів:

3. основні – пов’язані з виготовленням готової продукції, яка формує призначення підприємства;
4. допоміжні – пов’язані для заготівлі або одержання комплектуючих для обслуговування виробництва (складування, транспортування);
5. бічні – виробництво продукції з відходів основного виробництва;
6. підсобні – не мають безпосереднього відношення до виробництва продукції, обслуговують допоміжні.

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

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

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

До основних засобів належать:

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

Основні засоби поділяються на пасивні і активні:

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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

Грошова оцінка основних засобів характеризується чотирма вартостями:

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

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

Кошторис – документ для систематизації витрат і розрахунку собівартості робіт.

Амортизація — це економічний процес, що кількісно відображає втрату основними засобами своєї вартості, яка амортизується, та її систематичний розподіл (перенесення) на заново створений продукт

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						31
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



(виконану роботу, надану послугу) протягом періоду їх корисного використання.

де  $K$  – витрати на капремонт за час  $T_{\text{експлуат}}$  – термін експлуатації;  $P$  – вартість ліквідації ОЗ.

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

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

де  $A$  – амортизація основних засобів,  $ОбЗ$  – оборотні засоби

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

Окрім ОЗ кожне підприємство обов'язково повинно мати оборотні засоби або оборотний капітал. Оборотний капітал – це фінансові ресурси, вкладені в об'єкти, використання яких здійснюється підприємством протягом одного виробничого циклу.

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

До основних техніко – економічних показників належать:

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

де  $V$  - запланований випуск продукції за певний період;

$C_{\text{сер}}$  - середньорічна вартість ОЗ;

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						32
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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

- капіталовкладення:

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

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

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

де А - амортизаційні відрахування;  $Z_{\text{сир}}$ ,  $Z_{\text{електр}}$  - витрати на сировину, обладнання та електроенергію відповідно;

ФОП - фонд оплати праці:

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

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

- ціна;

- прибуток — абсолютна величина, що характеризує доцільність існування підприємства:

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						33
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- рентабельність — показник ефективності роботи підприємства, характеризує ефективність повернення вкладених коштів.

- економічна ефективність:
- період повернення капіталовкладень:

## **5.2 Техніко – економічні показники виробництва етилену**

### **Розрахунок економічної ефективності збільшення продуктивності установки**

Розрахунок продуктивності установки.

Річний фонд календарного часу: 365 днів або:

Регламентом передбачено 15 днів або 360 годин зупинки на капітальний ремонт. Ефективний фонд часу роботи установки:

Продуктивність цеху на даний момент становить 9,16 т/год. етилену або:

Продуктивність цеху за зміну:

Добова продуктивність:

Місячна продуктивність:

Результати розрахунку продуктивності установки зведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Продуктивність установки.

## **5.3 Оцінка одноразових і поточних витрат (витрат виробництва)**

Під поточними витратами (витратами виробництва) розуміється сума витрат на сировину, основні і допоміжні матеріали (реагенти, каталізатори, адсорбенти, абсорбенти й т.п.), напівфабрикати, паливо і всі види енергетичних витрат, заробітна плата з нарахуваннями, амортизація, витрати на ремонт обладнання, загальнозаводські та цехові витрати.

Розрахунок амортизаційних відрахувань.

Основні фонди - засоби виробництва, неодноразово беруть участь у процесі виробництва, які переносять свою вартість на продукцію не відразу, а поступово.[13]

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Основні фонди цеху (Низькотемпературного розділення коксового газу та отримання етилену) наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок амортизаційних відрахувань.

Вартість основних фондів припадають на 1 т етилену:

$$\text{ОФ} = 10\,378\,385 / 76944 = 134,8 \text{ грн./т.}$$

### **Розрахунок фонду заробітної плати**

Згідно з відомими нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною, та 36 годинним робочим тижнем, оскільки в цеху шкідливі умови праці.

Отже вирахуємо кількість змін для нормальної роботи цеху:  
 $24 * 7 / 36 = 4,66$

Отже для нормальної роботи цеху нам потрібно 5 змін. Цех працює безперервно у чотири зміни. 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 5.3).

Таблиця 5.3 - Графік змінності основних виробничих працівників

У цеху працює 30 осіб. Явочна чисельність персоналу становить:  
Перелік осіб, що працюють в даному відділенні наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Персонал цеху

Фонд оплати праці за рік становить:

Затрати на сировини на випуск продукції наведено в таблиці 6.

### **Витрати на електроенергію**

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						35
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахуємо витрати на електроенергію згідно одноставкового нерегульованого тарифу для підприємства, тобто 2 грн /кВт год.

Потужність обладнання: 60кВт/год; Освітлення цілодобове: Нос. = 30 кВт/добу. Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік. Річні витрати на електроенергію:

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 1500 м<sup>2</sup>; місячна тарифна ставка на опалення: 10 грн./м<sup>2</sup>; Сезон опалення: 6 місяців

Вартість оборотних фондів приведено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Оборотні фонди(ОбФ) підприємства

Собівартість становить:

Собівартість однієї тони продукції становить:

Середня ринкова ціна етилену: 37203 грн/т

Прибуток за рік:

Рентабельність підприємства:

Капіталовкладення:

Ефективність підприємства:

Період повернення капіталовкладень:

Фондовіддача

Фондоємність:

Фондоозброєність:

Так як, французька розробка не відрізняється продуктивністю та не потребує зміни обслуговуючого персоналу, то частину розрахунків ми можемо скоротити.

Таблиця 5.7 - Розрахунок амортизаційних відрахувань французької розробки

Собівартість становить:

Собівартість однієї тони продукції становить:

Середня ринкова ціна етилену: 37203 грн/т

Прибуток за рік:

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						36
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Рентабельність підприємства:

Капіталовкладення:

Ефективність підприємства:

Період повернення капіталовкладень:

Фондовіддача:

Фондоємність:

Фондоозброєність:

Отже, на основі вище приведених розрахунків можна зробити висновок, що моя розробка є більш ефективнішою і економічно вигіднішою в порівнянні з французькою розробкою. Собівартість зменшилась з 2 175 968 132 грн/рік до 2 175 716 404 грн/рік , а прибуток збільшився з 686 579 500 грн/рік до 686 831 228 грн/рік.

## **6 Охорона праці**

Технологічний об'єкт, що розглядається – виробництво етилену, 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 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 наліз НШВФ в умовах виконання експериментальної частини науково-дослідної роботи. Заходи з охорони праці**

#### **6.1.1. Повітря робочої зони**

Роботи, що виконувались в цеху за важкістю відносяться до категорії Па [1]. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні, наведені в таблиці 6.1.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						37
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

### Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

З метою забезпечення нормативних рівнів параметрів мікроклімату і чистоти робочої зони передбачені наступні засоби та заходи: механізація і автоматизація тяжких і працемістких робіт; дистанційне управління процесами й апаратами; раціональне розміщення устаткування, агрегатів тощо; наявність теплоізоляції устаткування, агрегатів, комунікації й інших джерел, що випромінюють на робочих місцях тепло.[15]

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

### Таблиця 6.2 - Коротка санітарна характеристика виробництва

#### **6.1.2. Виробниче освітлення**

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

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

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

У таблиці 6.3 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

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

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

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						38
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУТП. Площа цього приміщення становить 15 м<sup>2</sup>. В цьому приміщенні розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

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

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 15м<sup>2</sup>, ширина А якої складає 3м, довжина В – 5м, висота - 3м.

Скористаємося методом використання світлового потоку [14]. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

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

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=15м<sup>2</sup>);

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

K - коефіцієнт запасу, в нашому випадку K = 1,5);

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						39
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



$\eta$  - 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  $\rho_{\text{стелі}} = 50\%$ .

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

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

Знаючи індекс приміщення  $I$  знаходимо значення  $\eta = 0,57$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

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

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

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

### **6.1.3. Захист від виробничого шуму й вібрацій**

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування:

7. електродвигуни;
8. вентилятори;

Джерелами шумів на виробництві є:

9. реактор;
10. ректифікаційні колони;
11. насоси;

Фактичне значення рівня звуку становить 75 дБА, що відповідає

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						40
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

допустимим нормам (80 дБА, згідно ДСН 3.3.6.037-99 у виробничих приміщеннях). Допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 дБ, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 дБ, для 3-ї ступені шкідливості - більше 3,1 дБ. Дане виробництво належить до 2-го ступеня шкідливості по вібрації.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум. Для зниження рівня вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин.

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно з [17] передбачено м'які протишумові вкладки. Для захисту рук від дії вібрацій застосовують рукавиці з спеціальними віброзахисними вставками.

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

#### 6.1.4. Електробезпека

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

Згідно з [16] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

де  $R_l = 2 \dots 4$  кОм, опір тіла людини;

$R_0 = 4$  Ом, опір нейтралі заземлення;

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						41
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$U_{\phi} = 220$  В, фазова напруга, В.

Напруга дотику розраховується за формулою:

Таблиця 6.5 – Класифікація приміщень по ступеню небезпеки враження електричним струмом

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

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

Для забезпечення індивідуального захисту використовують діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження, захисні окуляри.

### **6.1.5. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання**

Монтажний майданчик має бути забезпечений електроенергією, водою, повітрям. Його розміри мають бути такими, щоб можливо було розмістити усі елементи колони, які потребують монтажу. На монтажному майданчику зарання необхідно прокласти підземні комунікації і виконати вертикальне планування.

Перед початком робіт обладнання і всі трубопроводи повинні бути безпечними, надійно і герметично відділеними від обладнання, яке піддається монтажу і звільненими від вмісту.

Для великогабаритного обладнання, у тому числі для колонних

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						42
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

апаратів, відповідно до ГСТУ 3-17-171-2000 має бути передбачена можливість транспортування у складеному вигляді автомобільним, залізничним або водним транспортом від місця виготовлення до монтажного майданчика. Однак, коли за умовами виробництва й можливостями транспортування апарат поставляється великогабаритними блоками, його складання проводиться безпосередньо на місці монтажу. У цьому випадку до комплекту поставки повинні бути включені складальні пристрої.

Монтажне складання вертикальних колонних апаратів у робочому положенні здійснюється двома основними способами: за допомогою баштових кранів знизу доверху (нарощування) і самохідними кранами зверху донизу (підрощування).

Спосіб складання знизу вверх використовується за умов монтажу або капітального ремонту колон будь-якої висоти та ваги. При цьому вантажопідіймальність крана визначається за найважчою частиною колони. Недоліком цього способу є складання блоків колони щоразу на іншій висоті, у тому числі на висоті колони.

Роликовий стенд для складання й зварювання колонних апаратів містить раму, на якій змонтовані приводні роликові опори й роликові опори, що вільно обертаються. При цьому, як правило, ролики погумовані. В універсальних стендах роликові опори можуть бути переміщені напрямними у поперечному напрямку, що дозволяє складати обичайки, різні за діаметром.

Монтаж колони, що складена й знаходиться в горизонтальному положенні (після її надходження з місця виготовлення до монтажного майданчика або складання на місці монтажу), може здійснюватись кількома способами, вибір яких залежить від багатьох факторів, зокрема, від фінансових можливостей, терміну монтажу, характеристик монтажного обладнання (маси, габаритів, стійкості при підйманні колони), компонування технологічного обладнання на монтажному майданчику, наявності необхідних вантажопідіймальних пристроїв тощо [16].

Монтаж колонних апаратів здійснюється стріловими самохідними

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						43
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

кранами (одним або кількома) без та із застосуванням спеціального стрілового оснащення, щоглами, порталами, а також спеціальними способами.

Температурний режим у колоні повинен бути стабільним незалежно від температури навколишнього середовища. Тому теплова ізоляція колони повинна бути хімічно- й термостійкою, а також витримувати коливання температури стінки апарата, бути негігроскопічною та механічно міцною. Особливу небезпеку становить раптове підвищення тиску у випадку попадання в колону води через несправність конденсаційно-відстійної апаратури.

Експлуатація згідно з ГОСТ 25866-83 – це стадія життєвого циклу апарата, на якій реалізується, підтримується і відновлюється його якість. Експлуатація апарату включає в себе, в загальному випадку, використання за призначенням, транспортування, зберігання, технічне обслуговування і ремонт; при цьому частина експлуатації що містить транспортування, зберігання, технічне обслуговування і ремонт апарату, називається технічною експлуатацією.

Відповідальними етапами експлуатації колон є їх пуск і зупинення, під час яких мають місце найбільші температурні деформації.

Під час експлуатації колони забруднюються, кородують та втрачають герметичність. Ці пошкодження, окрім технологічного (щомісячного та періодичного) обслуговування, ліквідують під час планових ремонтів, які організуються за двома категоріями: поточний і капітальний ремонт.

Тарілки встановлюються у відремонтовану царгу або корпус колони. Горизонтальність кожної тарілки перевіряється за рівнем води на тарілці за допомогою щупа або рейки.

Особливу увагу слід звертати на стан ущільнюваних поверхонь царг, кришки й корпусу колони, а також кришок люків. Усунення дефектів слід здійснювати шляхом механічного оброблення усєї поверхні. Після оброблення плоска ущільнювана поверхня не повинна мати тріщин та інших

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

поверхневих дефектів, а її шорсткість не повинна перевищувати  $2,5 \times 10^{-6}$  м.

Під час складання фланцевих з'єднань після ремонту необхідно виконати такі дії:

3. паронітові прокладки з обох боків натерти сухим графітом;
4. гайки болтів розташовувати з одного боку фланцевого з'єднання;
5. затягування болтів обох з'єднань здійснювати рівномірним почерговим потуповим закручуванням гайок (хрест-навхрест), що забезпечує паралельність фланців.

Під час монтажу конденсатора апарат піднімається за допомогою вантажопідйомних пристроїв за опори, що кріпляться на корпусі вище центра тяжіння. Нижня частина апарата транспортується до фундаменту з таким розрахунком, щоб апарат встановився на фундамент при досягненні вертикального положення. Вантажопідйомність крана на необхідному для монтажу вильоті крюка повинна бути не меншою за масу апарата. Після встановлення апарата на фундамент або раму необхідно провести перевірку відхилень від проектних осей та відміток в горизонтальному та вертикальному напрямках. Допустимі відхилення по головним осям апарата повинні знаходитися в межах від мінус 0,02 до плюс 0,02 м. Межа відхилення висотної відмітки змонтованого апарата не більше 0,01 м. Відхилення апарата від осі вертикалі повинно знаходитися в межах 0,003 м на 1 м висоти, але не більше 0,035 м на весь апарат [17]. Перевірка правильності встановлення має проводитись з допомогою теодоліта, рівнеміра та відвісу.

При монтажу окремих частин апарата необхідно звернути увагу на розташування фланцевих з'єднань та їх відхилення від проектних відміток. Особливості монтажу комплектуючих деталей та агрегатів полягає в тому, щоб при монтажі співпадали всі роз'ємні з'єднання. Важливо, щоб співпадали з'єднання трубопроводів.

Після закінчення монтажних-збиральних робіт апарат має неодмінно пройти випробування. Спочатку проводять підготовчі роботи, пов'язані з

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						45
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

оглядом та перевіркою стану всіх частин та вузлів апарата. При цьому особливу увагу необхідно звернути на присутність в конструкції арматури, приладів, кришок, заглушок, болтів, прокладок та інших деталей, які забезпечують герметичність системи.

В програму випробувань входить гідравлічне та пневматичне випробування апарата разом з трубопроводами на тиск, який вказаний на кресленні. При випробуваннях виявляють герметичність та надійність роботи вентилів, кранів, клапанів та іншої арматури, а також щільність всіх роз'ємних з'єднань.

Підготовка апарата до експлуатації включає перевірку витрат теплоносіїв, температур теплоносіїв на вході та на виході з апарату, тиск всередині апарата та в трубопроводі. При цьому слід звернути увагу на легкість та надійність управління технологічним процесом.

Результати випробувань виявляють дефекти та недоліки, які заносять в акт випробувань на конкретно взятий апарат.

Апарат вважається прийнятим в експлуатацію після підписання акту з боку представників монтажної організації та замовника. [18]

Оптимальний режим роботи теплообмінника забезпечується підтриманням заданих температур, витрат і тисків.

## 6.2. Пожежна безпека

Серед причин, що можуть викликати загорання, найбільше ймовірними є такі:

- несправність електроустаткування;
- струми короткого замикання і навантаження кабелів живлення;
- загорання ізоляції електропроводки;
- використання вогню в неналежному місці.

Запобігання загорання забезпечується такими мірами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- паління тільки у відведених для цього місцях;

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						46
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація агітації по протипожежній безпеці;
- наявність засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежегасіння в безпосередній близькості від установки (пісок, ковдри, вогнегасники).

Для гасіння невеликих ділянок загорання при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекисневі вогнегасники ОУ-5 (3 шт.) і пінні вогнегасники ОП-50(з) (3 шт.). Для гасіння включених електромереж приймаємо порошкові вогнегасники ОП-10 (3 шт.).

У приміщенні, де розташовується установка, на відстані 30 метрів один від одного повинні бути встановлені пожежні гідранти з рукавами довжиною до 10 метрів. Відстань до пожежного виходу повинна бути не більш 40 метрів.

Кількість виходів - не менш двох. Ширина прорізу двері еваковиходу - 2 метри. Двері еваковиходу повинні відкриватись назовні.

Захист навколишнього середовища забезпечується наявністю витяжного устаткування. Продукти надходять на підприємство в герметичних контейнерах.

У таблиці 6.6. наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю. При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, між будинками передбачені протипожежні розриви 10 м, протипожежний водопровід, пожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, вогнегасники типу ВВ, ВХП; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу. [19]

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті було розглянуто процес отримання етилену з коксового газу методом низкотемпературного розділення для якого було:

1. Створена спрощена технологічна схема процесу тримання етилену, розрахований матеріальний баланс в ChemCad та приведені результуючі таблиці;
2. Проведені конструктивні розрахунки: висота ректифікаційної колони, кількість тарілок, діаметр колони;
3. розроблено програмний модуль в C++ для розрахунку конструктивних параметрів;
4. відповідно технологічного процесу обрані параметри і підібрані технічні засоби для їх контролю та регулювання;
5. виконані економічно-організаційні розрахунки;
6. визначено категорію небезпечності підприємства;
7. опубліковано тези доповіді на ІХ Міжнародній конференції з хімії «Київ-Тулуза»

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						48
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов /К. Ф.Павлов, П. Г.Романков, А. А.Носков. — Л.: Химия, 1987. — 576 с.
2. Справочник коксохимика. — М. : Металлургия, 1996. — 295 с.
3. Бойко, Т. В. Математичне моделювання та застосування ЕОМ в хімічній технології: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія та інженерія» [Текст] / Т. В. Бойко В. І. Бендюг, І. О. Потяженко – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 128с.
4. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты для химической технологии: пособ. по проект. / Ю. И. Дытнерский, Г. С. Борисов, В. П. Брыков. 2-е изд., перераб. и дополн. — М. : Химия, 1991 — 496 с.
5. Миргородский В. Т. Алгоритм расчета колонных аппаратов. Методические указания к применению ЭВМ по курсу «Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств» / В. Т. Миргородский, О. Г. Зубрий, В. Л. Кочеров. — К. : КПИ, 1986. — 36 с.
6. Официальный сайт компании «Прибортрейд - Контрольно-измерительные приборы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pribortrade.com.ua> - Название с экрана.
7. Официальный сайт «НПП ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elemer.ru/> - Название с экрана.
8. Офіційний сайт «Спецавтоматика Україна» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrspecavtomat.com.ua/> - Назва з екрану.
9. Офіційний сайт ТОВ «ТК Енерго» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://profmaster.com.ua/> - Назва з екрану.
10. Офіційний сайт ТОВ «Електротермометрія» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.etm.lutsk.ukrpack.net/> - Назва з екрану.
11. Официальный сайт «Газоаналитика РФ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://xn--80aaaalzjashuk1d.xn--p1ai> - Название с экрана.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						49
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

12. Офіційний сайт ТОВ «ВО Укрспецкомплект» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrsk.com.ua/> - Назва з екрану.
13. Економіка підприємства : навч. посібник [Текст] / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2003. – 264с.
14. Естественное и искусственное освещение [Текст]: НиП П-4-79 – М.: Стройиздат, 1980. – 48с.
15. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст]: ДСН 3.3.6.042-99 - №42; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
16. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Текст]: ГОСТ 12.1.038-92
17. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [Текст]: ГОСТ 12.1.029-80 - N 5237 утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 октября 1980 г.
18. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. [Текст]: СНиП 2.01.02-85.
19. Определение категорий помещений по взрывной и пожарной опасности. [Текст]: ОНТП 24-86
20. Розробка технології виділення етилену з сухого газу каталітичного крекінгу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://tekhnosfera.com/> – Назва з екрану.
21. Стаття про газу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.niikm.ru> – Назва з екрану.
22. Отримання етилену з нафти і газу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://booksonchemistry.com>– Назва з екрану.
23. Спосіб низьтемпературного розділення вуглеводневого газу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.findpatent.ru>– Назва з екрану.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						50
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

24. Процеси та обладнання газороздільних установок [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://elearning.sumdu.edu.ua>– Назва з екрану.
25. Велика енциклопедія нафти та газу [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru>– Назва з екрану.

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						51
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## ДОДАТКИ

### Додаток А

Матеріальний баланс змодельованої схеми в середовищі ChemCad

Загальний баланс по схемі

Баланс по потокам:

### Додаток Б

Розрахунок кількості тарілок в ректифікаційній колоні (фрагмент лістингу MathCad)

### Додаток В

Програмний код обчислювального модуля

Код програми (головна форма)

### Додаток Г

Специфікація устаткування

### Додаток Д

Таблиця 6.6 – Показники вибухонебезпечності

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
						52
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

					ХА 3112 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		53