

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І

ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1. Технологічна схема виробництва вінілхлориду	11
1.1 Основні методи отримання вінілхлориду	11
1.2 Опис основної хімічної реакції	11
1.3 Опис технологічної схеми виробництва вінілхлориду	11
2. Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва вінілхлориду	13
2.1 Виконання структурного аналізу ХТС	13
2.2 Розрахунок матеріального балансу в середовищі ChemCAD	17
3 Комп'ютерне моделювання розрахунку ректифікаційної колони	23
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля	23
3.2 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля	27
3.3 Інструкція користувачу програмного продукту	28
4 Автоматизація технологічної схеми процесу виробництва вінілхлориду	31
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми	31
4.2 Опис схеми автоматизації	34
4.2.1 Контроль та регулювання температури	34
4.2.2 Контроль та регулювання витрат	35
4.2.3 Контроль та регулювання тиску	35
4.2.4 Контроль та регулювання тиску	36
5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва вінілхлориду	37
5.1 Схема організації цеху виготовлення вінілхлориду	37
5.2 Технологічна підготовка виробництва	37
5.3 Чисельність персоналу	39
5.4 Контроль виробництва	41
5.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва	42

									Арк
									8
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>				

5.6 Розрахунок техніко-економічних показників	45
6 Охорона праці	46
6.1 Виявлення шкідливих та небезпечних виробничих факторів	46
6.1.1 Повітря робочої зони	46
6.1.2 Виробниче освітлення	48
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій	51
6.1.4 Електробезпека	52
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання	53
Висновок	56
Список використаних джерел	57
Додаток А Результати розрахунку матеріальних балансів	59
Додаток Б Лістинг програмного коду Mathcad	64
Додаток В Ітераційний розрахунок в MS Excel	70
Додаток Г Програмний код розробленого програмного продукту	73
Додаток Д Програмний код розробленого програмного продукту	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МТБ – матеріальний баланс;

ХТС – хіміко-технологічна система;

– продуктивність;

– тиск;

– температура;

– об'ємна витрата;

ФОП – фонд оплати праці;

ОФ – основні фонди;

ОбЗ-оборотні засоби;

А – амортизація основних фондів;

С – собівартість;

П – прибуток;

Ц – ціна;

ФОП – фонд оплати праці;

КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
						9
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Вінілхлорид являє собою хлорорганічну речовину з формулою $H_2C=CHCl$, яку також називають вінілхлоридним мономером або хлоретиленом. Це безбарвне з'єднання є важливою промисловою хімічною речовиною, головним чином для виробництва полімерного полівінілхлориду (ПВХ).

Вінілхлорид є газ зі солодким запахом. Він дуже токсичний, легкозаймистий і канцерогенний.

Близько 85% вінілхлориду одержують інтегрованим набором реакцій, починаючи з хлору, етилену. Ці процеси використовуються для отримання 1,2-дихлоретану. Саме виробництво вінілхлориду дегідрохлоруванням 1,2-дихлоретану було розглянуто в цій роботі.

Метою дипломного проекту є дослідження процесу отримання вінілхлориду дегідрохлоруванням 1,2-дихлоретану, його основних технологічних параметрів, розрахунок матеріальних балансів, розробка програмного модуля для розрахунку параметрів ректифікаційної колони, розробка схеми автоматизації виробництва, оцінка його техніко-економічних показників та аналіз охорони праці на підприємстві.

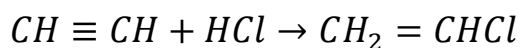
					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
						10
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 Технологічна схема виробництва вінілхлориду

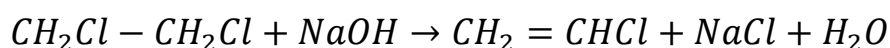
1.1 Основні методи отримання вінілхлориду

Вінілхлорид отримують різними способами: [1]

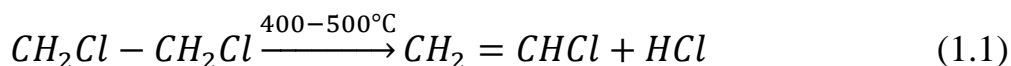
1. Гідрохлоруванням ацетилену в газовій або рідкій фазах в присутності каталізатора:



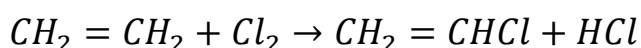
2. Дегідрохлоруванням 1,2-дихлоретану (в рідкій фазі) гідроксидом натрію у водному чи спиртовому середовищі:



3. Термічним дегідрохлоруванням 1,2-дихлоретану шляхом піролізу:

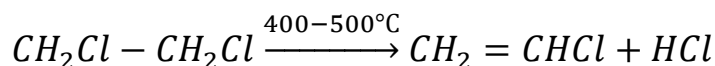


4. Хлоруванням етилену в газовій фазі в об'ємі, або в присутності каталізатора, наприклад оксиду алюмінію.

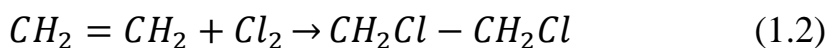


1.2 Опис основної хімічної реакції

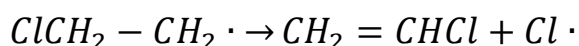
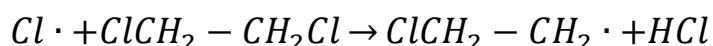
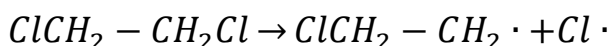
Реакція дегідрохлорування 1,2-дихлоретану:[2]



Реакція відбувається при температурі ($t = 400 \dots 500^\circ C$) в печі піролізу. Реакція – екзотермічна, теплота процесу може бути використана для нагріву печі. Отримання 1,2-дихлоретану відбувається за реакцією прямого хлорування етилену:[3]



Механізм стадії (1.1) виглядає наступним чином:



					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		11

1.3 Опис технологічної схеми виробництва вінілхлориду

Розроблена в межах технологічного проекту ХТС процесу отримання вінілхлориду передбачає послідовне виконання таких стадій:

- 1) Пряме хлорування етилену;
- 2) Дегідрохлорування 1,2-дихлоретану;
- 3) Відокремлення хлороводню від суміші з вінілхлоридом та непрореагованим 1,2-дихлоретаном шляхом ректифікації;
- 4) Відокремлення вінілхлориду шляхом ректифікації;
- 5) Повернення непрореагованого 1,2-дихлоретану на стадію 1.

На рисунку 1.1 наведена технологічна схема отримання вінілхлориду з етилену та хлору.

Рисунок 1.1 – Технологічна схема отримання вінілхлориду з етилену та хлору: I, V – реактори; II – змішувач; III – насос; IV, VI, VII – теплообмінники; VIII, XI – ректифікаційні колони; IX – конденсатор; X – кип'ятильник.

До реактору I в однаковій пропорції подається хлор та етилен. Отриманий 1,2-дихлоретану підігрівається на теплообміннику IV та подається на піч піролізу V. Ступінь конверсії 1,2-дихлоретану під час реакції (1.1) складає до 80%, саме тому на виході з реактору потік складається з трьох речовин:

- 1,2-дихлоретану;
- вінілхлориду;
- хлороводню.

На теплообмінниках VI, VII суміш охолоджується з метою переведення в рідку фазу. Розділення рідкої суміші на окремі речовини відбувається в ректифікаційних колонах VIII та XI. Спочатку відокремлюється найбільш летюча речовина, а саме хлороводень, який має температуру кипіння $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вінілхлорид має температуру кипіння $13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а 1,2-дихлоретан - $83,47\text{ }^{\circ}\text{C}$,

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ док.ум	Підпис	Дата		12

тому на колоні XI зверху виходить вінілхлорид, а нижній потік подається на рецикл та повторний піроліз в печі.

2 Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва вінілхлориду

2.1 Виконання структурного аналізу ХТС

На основі технологічної схеми (рис. 1.1) складається таблиця відповідності потоків та апаратів. На основі таблиці відповідності складається структурна схема. Використовуються апарати, що впливають на матеріальний або енергетичний баланс. Конденсатор та кип'ятильник також не входять до структурної схеми через те, що методи розрахунку ректифікаційних колон включають в себе ці апарати.[5]

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		13

Рис 2.1 - Структурна схема процесу отримання вінілхлориду

Виконаємо послідовно всі етапи структурного аналізу цієї схеми. Розрахунок проводиться за допомогою програмного пакету MathaLab.

1. Сформуємо матрицю суміжності А.

» $A = [0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0; 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0; 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0; 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0; 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0; 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0; 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1; 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0]$

A =

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

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

» $C=[A|A^2|A^3|A^4|A^5|A^6|A^7|A^8]$

C =

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

3. Для отримання матриці D, що вказує на наявні комплекси необхідно виконати в Matlab дію:

» $D=C\&C'$

D =

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

4. З матриці D випливає, що в схемі буде один комплекс $K=(2,3,4,5,6,7,8)$.

Далі було сформована послідовність розрахунку комплексу:

ППРС = [2 3 4 5 6 7 8]

5. На цьому кроці для комплексу отримаємо контури та множини оптимально розвиваючих дужок ОРМД.

Побудуємо прадерево комплексу K. Для цього використаємо список суміжності:

Таблиця 2.2 - Список суміжності для K

6. Будуємо прадерево комплексу

Рис. 2.2 - Прадерево комплексу.

З прадерева отримано контур

2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 2

При рівних параметричностях будь-яка дужка може бути розірваною. Тому розриваємо контур з рециклом 8 – 2. Отримана ОРМД = $\{(8,2)\}$

Рис. 2.3 Структурна схема процесу з розірваним зв'язком.

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
						15
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таким чином, розірвавши отримані дуги, отримаємо послідовність розрахунку схеми:

$$\text{ОПРС} = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)$$

2.2 Розрахунок матеріального балансу у середовищі ChemCAD

У даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання вінілхлориду, визначення загальних та покомпонентних витрат, складів потоків. [6]

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів було виконано в спеціалізованому середовищі Chemcad 6.3.1. Розроблена схема наведена на рисунку 2.4. Результати розрахунку матеріального балансу схеми наведено в таблицях 2.5 – 2.11.

Відповідність апаратів на технологічній схемі обраним об'єктам в ChemCAD занесена до таблиці 2.3.

Рисунок 2.4 - Схема отримання вінілхлориду в CHEMCAD 6.3.1

Таблиця 2.3 – Таблиця відповідностей

Насос не впливає на матеріальний балас, тому під час моделювання технологічної схеми в середовищі ChemCad він не був використаний. Апарати конденсатор та кип'ятильник в ChemCad є складовими ректифікаційних колон, тому не вимагають наявності окремого об'єкту.

Для створення схеми зображеної на рис. 2.4, було обрано з бібліотеки відповідні апарати, які найбільш точно відображають характер реальних апаратів і найкраще підходять для технології, що реалізує ХТС.

Список використаних блоків та матеріальних потоків, що проходять між ними наведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Список використаних блоків та матеріальних потоків

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		16

Таблиця 2.5 – Специфікація апаратів

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс реактора

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс змішувача

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс реактора

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		17

Таблиця 2.9 – Матеріальний баланс ректифікаційної колони

Таблиця 2.10 – Матеріальний баланс ректифікаційної колони

Таблиця 2.11 – Загальний матеріальний баланс

На основі наведених даних можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу у спеціалізованому середовищі ChemCad розрахований вірно. В додатку А приведено лістинг матеріальних балансів та налаштування найскладніших апаратів.

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		18

3 Комп'ютерне моделювання розрахунку ректифікаційної колони

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

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

Тип колони: тарілчаста колона з сітчастими тарілками безперервної дії.

Витрата вихідного потоку G_F – 48 т/год

Масові концентрації НКК:

- у вихідній суміші \bar{x}_F – 0.72, % мас.;
- в дистилляті \bar{x}_D – 0.99 % мас.;
- в кубовому залишку \bar{x}_W – 0.1 % мас..

Молярні маси компонентів:

- молярна маса вінілхлориду – M_B = 62 кг/кмоль;
- молярна маса 1,2-дихлоретану – M_D = 99 кг/кмоль.

Коефіцієнти формули Антуана:

- для вінілхлориду – A_B = 6,0161, B_B = 905,008, C_B = 239,475;
- для 1,2-дихлоретану – A_D = 6,78915, B_D = 1640,179, C_D = 259,715.

Алгоритм розрахунку параметрів апарату полягає в наступному.

З рівняння матеріального балансу колони визначаються масові витрати дистилляту G_D та кубового залишку G_W : [7]

$$\begin{cases} G_D + G_W = G_F \\ G_D \cdot \bar{x}_D + G_W \cdot \bar{x}_W = G_F \cdot \bar{x}_F \end{cases} \quad (3.1)$$

Для подальших розрахунків необхідно виразити концентрації НКК в молярних долях.

$$x_F = \frac{\bar{x}_F/M_B}{\frac{\bar{x}_F}{M_B} + \frac{100 - \bar{x}_F}{M_D}} \quad (3.2)$$

$$x_D = \frac{\bar{x}_D/M_B}{\frac{\bar{x}_D}{M_B} + \frac{100 - \bar{x}_D}{M_D}} \quad (3.3)$$

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		19

$$x_W = \frac{\bar{x}_W / M_B}{\frac{\bar{x}_W}{M_B} + \frac{100 - \bar{x}_W}{M_D}} \quad (3.4)$$

Відносна молярна витрата живлення:

$$F = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W} \quad (3.5)$$

Для подальших розрахунків необхідно побудувати рівноважні криві в координатах $t - x, y$ та $y^* - x$. Для цього в діапазоні температур знаходиться тиск насиченої пари для кожного компонента ($P_B(t)$ та $P_D(t)$) за формулою Антуана:

$$\lg P_i(t) = A_i - \frac{B_i}{C_i + t} \quad (3.6)$$

Наступним кроком для діапазону температур розраховується молярна доля компоненту в рідині x та молярна доля компоненту в газовій фазі y^* . Π – тиск всередні колони.

$$x(t) = \frac{\Pi - P_D(t)}{P_B(t) - P_D(t)} \quad (3.7)$$

$$y^*(t) = \frac{P_B(t) \cdot x(t)}{\Pi} \quad (3.8)$$

За отриманими даними будуються рівноважні криві в координатах $t - x, y$ та $y^* - x$.

Наступним кроком є розрахунок робочого флегмового числа R . Для цього спочатку розраховується мінімальне флегмове число R_{\min} .

$$R_{\min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F} \quad (3.9)$$

Значення y_F^* отримують з діаграми $y^* - x$, а саме $y_F^* = y^*(x_F)$.

$$R = 1,3R_{\min} + 0,3 \quad (3.10)$$

Розрахунок коефіцієнту відносної летючості поділюваних компонентів:

$$\alpha = \frac{P_B(t_{cp})}{P_D(t_{cp})}, \quad (3.11)$$

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
						20
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де t_{cp} - середня температура в колоні.

Розрахунок рівнянь робочих ліній:

- для верхньої частини колони

$$y_H(x) = \frac{R}{R+1} \cdot x + \frac{x_D}{R+1} \quad (3.12)$$

- для нижньої частини колони

$$y_B(x) = \frac{R+F}{R+1} \cdot x + \frac{F-1}{R+1} \cdot x_W \quad (3.13)$$

Наступним кроком є ітераційний потарілочний розрахунок складів пару та рідини. Система рівнянь складається з рівняння рівноваги, рівняння робочих ліній частин колони та залежності для коефіцієнта збагачення:

$$\left\{ \begin{array}{l} y^*_i(x_i) = \frac{\alpha \cdot x_i}{1 + (\alpha - 1) \cdot x_i} \\ y_i(x_i) = \frac{R}{R+1} \cdot x_i + \frac{x_D}{R+1} \\ y_i(x_i) = \frac{R+F}{R+1} \cdot x_i + \frac{F-1}{R+1} \cdot x_W \\ \eta = \frac{y_{i+1} - y_i}{y^*_i - y_i} \end{array} \right. \quad (3.14)$$

Коефіцієнт збагачення η приймається середнім для обраного типу тарілок.

Результатом виконання ітераційного розрахунку буде також кількість тарілок необхідна для виконання заданих умов концентрації.

Залишилося визначити швидкість пари, мінімальний діаметр колони та висоту.

Розрахунок середньої концентрації рідини:

- в верхній частині колони:

$$x'_{cp} = \frac{x_F + x_D}{2} \quad (3.15)$$

- в нижній частині колони:

$$x''_{cp} = \frac{x_F + x_W}{2} \quad (3.16)$$

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		21

Середні концентрації пари знаходяться за рівняннями робочих ліній (3.12) та (3.13):

- в верхній частині колони:

$$y'_{\text{cp}} = y_{\text{H}}(x'_{\text{cp}}) \quad (3.17)$$

- в нижній частині колони:

$$y''_{\text{cp}} = y_{\text{H}}(x''_{\text{cp}}) \quad (3.18)$$

Середні температури пари знаходяться з діаграми $t - x, y$:

$$t'_{\text{cp}} = t(y'_{\text{cp}}) \quad (3.19)$$

$$t''_{\text{cp}} = t(y''_{\text{cp}}) \quad (3.20)$$

Середні мольні маси та щільності:

$$M'_{\text{cp}} = y'_{\text{cp}} \cdot M_{\text{B}} + (1 - y'_{\text{cp}}) \cdot M_{\text{D}} \quad (3.21)$$

$$\rho'_{\text{cp}} = \frac{M'_{\text{cp}} \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t'_{\text{cp}})} \quad (3.22)$$

$$M''_{\text{cp}} = y''_{\text{cp}} \cdot M_{\text{B}} + (1 - y''_{\text{cp}}) \cdot M_{\text{D}} \quad (3.23)$$

$$\rho''_{\text{cp}} = \frac{M''_{\text{cp}} \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t''_{\text{cp}})} \quad (3.24)$$

Середня щільність пари в колоні:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{\rho'_{\text{cp}} + \rho''_{\text{cp}}}{2} \quad (3.25)$$

Середня щільність рідини в колоні при $\rho_{\text{B}} = 911 \text{ кг/м}^3$ та $\rho_{\text{D}} = 1250 \text{ кг/м}^3$:

$$\rho_{\text{р}} = \frac{\rho_{\text{B}} + \rho_{\text{D}}}{2} \quad (3.26)$$

Прийнявши відстань між тарілками $h = 500 \text{ мм}$, з графічної залежності знаходиться коефіцієнт C [4], що дає можливість розрахувати швидкість пари в колоні:

$$\omega = C \sqrt{\frac{\rho_{\text{р}}}{\rho_{\text{п}}}} \quad (3.27)$$

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		22

Молярна маса дистилляту:

$$M_D = x_D \cdot M_B + (1 - x_D) \cdot M_{\text{д}} \quad (3.28)$$

Об'ємна витрата пари в колоні:

$$V = \frac{G_D \cdot (R + 1) \cdot 22,4 \cdot (273 + t_{\text{ср}})}{M_D \cdot 273 \cdot 3600} \quad (3.29)$$

Діаметр обчислюється за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega}} \quad (3.30)$$

Висота обчислюється за формулою:

$$H = h(n - 1) \quad (3.31)$$

На цьому розрахунок ректифікаційної колони завершено.

За прикладом розрахунку в Mathcad (додаток Б) та ітераційного розрахунку в Excel (додаток В), було отримано наступні результати:

- колона діаметром – 2,6 м;
- мінімальна кількість тарілок – 17;
- висота від нижньої до верхньої тарілки – 8,5 м.

3.2 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля

Програмний код обчислювального модуля, розробленого в середовищі C++/CLI, наведено в додатку Г.

Структура обчислювального модуля:

- файли форм – MyForm.h;
- файл проекту – MyForm.cpp;
- файл заголовку – MyMethod.h.

Призначення основних елементів програмного модуля наведено в таблиці 3.1.

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
						23
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Основні елементи обчислювального модуля та їх призначення

Даний програмний модуль може використовуватися для розрахунку не тільки процесу ректифікації суміші вінілхлорид-1,2-дихлоретан, а й для будь-якої суміші за умови введення констант, що описують бажані речовини.

3.3 Інструкція користувачу програмного продукту

Програмний модуль призначений для розрахунку кількості тарілок ректифікаційної колони за заданими потоками. Головне вікно містить можливість вибору режиму роботи програмного засобу. Тестовий розрахунок описує процес розділення суміші вінілхлорид-1,2-дихлоретан. Другий режим дозволяє змінити концентрацію речовин.

Рисунок 3.1 – Введення даних

Для виконання розрахунків слід ввести вихідні дані у відповідні поля та натиснути кнопку «Розрахувати». Після чого на вкладці «Результат» можна побачити з'являються результати (рисунок 3.2).

Рисунок 3.2 – Результати розрахунку

На вкладках Графік та Графік2 можна побачити криві рівноваги та температурний режим розрахункової колони.

Отже, в результаті роботи програми отримуємо:

- таблицю даних: i , x , y_{i+1} ;
- графік залежності молярної долі компонента в рідині та молярної долі компонента в газовій фазі від температури;
- графік залежності молярної долі компонента в газовій фазі та молярної долі компонента в рідині.

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		24

За результатами розрахунку при заданих умовах за замовчуванням, мінімальна кількість тарілок дорівнює 17, аналогічно до розрахунку в Excel.

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		25

4. Автоматизація технологічної схеми процесу виробництва вінілхлориду

Складне апаратуро-технічне оформлення процесу виробництва вінілхлориду, високі значення параметрів (тиск і температура), присутність вибухонебезпечних викликають необхідність особливої уваги до контролю технологічних показників виробництва і його автоматичному регулюванню.

Впровадження схем великої потужності поставило особливо високі вимоги до контролю і регулювання виробництва. Неперервність технологічної схеми, при якій порушення якогось основного параметра чи тимчасова розгрузка одного блоку може привести до необоротних змін режиму роботи чи зупинці всього агрегату, відсутність проміжних ємностей і жорсткі зв'язки між окремими блоками, тривалість робочого циклу потребують створення єдиної автоматизованої системи управління процесом виробництва вінілхлориду.

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Завдання технологічного процесу виробництва полягає в виробництві цільового продукту – вінілхлориду та підтриманні заданої продуктивності виробництва. Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу вінілхлориду та протікання процесу за технічним регламентом необхідно регулювати наступні параметри: тиск в реакторі (V), температура протікання процесу в реакторах (I,V), температура та тиск в ректифікаційних колонах, співвідношення витрат вхідних компонентів в реакторі (I).

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого обрано параметри об'єкту автоматизації, що підлягають контролю та регулюванню. [8]

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

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		26

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва аміаку

Продовження таблиці 4.1

На основі даних, наведених в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу виробництва вінілхлориду, яка включає в себе п'ятнадцять регулюючих контурів та п'ять контурів контролю. [9]

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 вінілхлориду були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників [1-9]. Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Д.

4.2. Опис схеми автоматизації

4.2.1 Контроль та регулювання температури

В якості вимірювальних приладів температури з необхідною точністю та межами виміру для контурів 3, 7, 9, 10, 12, 17 було обрано термоелектричний перетворювач опору (поз. 3-1, 7-1, 9-1, 10-1, 12-1, 17-1) з діапазоном вимірювання температури від -200°C до 600°C , що призначені для вимірювання температури у рідких та газоподібних середовищах. Сигнали

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
						27
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

передаються на показуючий ПДД - регулятор марки ТРМ10 (поз. 3-2, 7-2, 9-2, 10-2, 12-2, 17-2), який відображає вимірювану температуру і створює регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЭО-40 (поз. 3-3, 7-3, 9-3, 10-3, 12-3, 17-3), який:

- в контурі 3: змінює подачу води для підтримання температури 60 °С;
- в контурі 7: змінює подачу пари для підтримання температури в реакторі (V) 450 °С;
- в контурах 9 та 10: змінює подачу води для зменшення температури суміші до температури кипіння;
- в контурі 12: змінює подачу пари на кип'ятильник для підтримання температури в ректифікаційній колоні;
- в контурі 17: змінює подачу пари на кип'ятильник для підтримання температури в ректифікаційній колоні 40 °С.

4.2.2 Контроль та регулювання витрат

Для регулювання витрати в газоподібному середовищі використовується ультразвуковий витратомір марки Prosonic Flow 90/93U (поз. 1-1, 2-1) з температурою вимірюваного середовища від -30 до 2200 °С, прилад містить вбудований первинний перетворювач у вих. сигнал 4...20 мА. Отриманий сигнал з витратоміру передається на показуючий ПДД – регулятор марки ТРМ10 (поз. 1-2) та ПДД-регулятор для керування засувками і триходовими клапанами ТРМ212 (поз. 2-2), що має два входи. В комбінації ці прилади виконують стабілізації витрат, створюючи регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЭО-40 (поз. 1-3, 2-3).

Звужуючі пристрої (поз. 4-1, 8-1, 14-1, 15-1, 19-1, 20-1) підібрані таким чином, щоб відповідати діаметру трубопроводів для вимірювання витрат рідких речовин. Дифманометр мембранний (поз. 4-2, 8-2, 14-2, 15-2, 19-2, 20-2) перетворює надлишковий тиск в сигнал 0...20 мА, який надходить на вхід на показуючий ПДД - регулятор марки ТРМ10 (поз. 4-3, 8-3, 14-3, 15-3, 19-3, 20-3), який відображає вимірювану температуру і створює регулюючий вплив на

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

виконавчі механізми марки МЭО-40 (поз. 14-4, 19-4) для регулювання витрати флегми в ректифікаційних колонах.

4.2.3 Контроль та регулювання тиску

Для регулювання тиску в реакторі (V) та ректифікаційних колонах використовуються електричні манометри МТ-4С (поз. 6-1, 11-1, 17-1) та показуючі ПД - регулятори марки ТРМ10 (поз. 6-2, 11-2, 17-2), що створюють регулюючий вплив на виконавчі механізми марки МЭО-40 (поз. 6-3, 11-3, 17-3).

4.2.4 Контроль та регулювання рівня

Для регулювання рівню в змішувачі та ректифікаційних колонах використовуються радарні рівнеміри VEGAPULS 66 (поз. 5-1, 13-1, 18-1), що мають уніфікований вихід 4...20 мА, що надходить на показуючі ПД - регулятори марки ТРМ10 (поз. 5-2, 13-2, 18-2), що створюють регулюючий вплив на виконавчі механізми марки МЭО-40 (поз. 5-3, 13-3, 18-3).

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		29

5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва вінілхлориду

5.1 Схема організації цеху синтезу вінілхлориду

Промислове виробництво вінілхлориду входить у першу десятку виробництва продуктів основного органічного синтезу, при цьому майже весь вироблений обсяг використовується для подальшого синтезу полівінілхлориду (ПВХ), мономером якого і є вінілхлорид. Проект передбачає розробку цеху продуктивністю 300 тис. т/рік.

Організаційна структура повинна повністю забезпечити потреби цеху в обслуговуванні. Таким чином на підприємстві повинні працювати:

Рисунок 5.1 – Організаційна структура підприємства

5.2 Технологічна підготовка виробництва

Виробничі процеси підприємства поділяються на основні, допоміжні, підсобні та бічні наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Класифікація виробничих процесів цеху

Хіміко-технологічний процес передбачає безперервний режим роботи. Обладнання підбрано таким чином, що на жодній стадії не відбувається простою, що дозволяє обрати паралельний ВРПП. Такий вибір передбачає неперервне використання обладнання (на відміну від послідовного) та економію капіталовкладень на додаткове обладнання (на відміну від змішаного).

Тривалість виробничого процесу складає 1 годину і складається із 4 операцій таблиця 5.2.

Таблиця 5.2 – Тривалість операцій виробничого процесу

Рисунок 5.2 – Паралельний ВРПП

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
						30
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5.3 Чисельність персоналу

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання обсягу робіт та для повної комплектації робочих місць за зміну.

Згідно з відомими нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною, оскільки в цеху отримання вінілхлориду є шкідливі умови праці.

Персонал цеху умовно розділемо на наступні категорії:

- персонал необхідний для підтримки неперервної роботи виробництва – робочий персонал, що складається з начальників змін (5*1), заступників начальника зміни (5*1), операторів (5*3), робочих (5*3), охоронців (5*3), прибиральників (5*2), електрик-механиків (5*1);
- адміністративно-управлінський склад, що складається з директора (1), головного інженера (1), технолога (1), менеджера з постачання (1), бухгалтера (1), економіста (1).

Режим роботи для робочого персоналу - в чотири зміни, тривалістю зміни 6 годин.

Режим роботи для адміністративно-управлінського складу - 5 днів на тиждень по 8 годин.

Отже, явочна кількість адміністративно-управлінського персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$$

Явочна кількість робочого персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = 1 + 1 + 3 + 3 + 3 + 2 + 1 = 14$$

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

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
						31
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

$$T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}} = \left(\frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вих.}}) \right) T_{\text{зм.}} = \frac{365}{25} (25 - 5) * 6 = 1752 \text{ год/рік}$$

де $T_{\text{зм.об.}}$ – змінооборот, днів; $T_{\text{вих.}}$ - кількість вихідних; $T_{\text{зм.}}$ – час зміни.

Чисельність за списком – потреба підприємства у працівниках, крім штатної, для виконання непланованих робіт, заміна хворих, відсутніх у відпустках або відсутні з інших поважних причин, також сюди включають консультантів, сумісників і т.д.

Розраховуємо чисельність робочого персоналу за списком. Для цього в першу чергу знайдемо тривалість роботи підприємства на рік:

$$T_{\text{підп.}}^{\text{рік}} = 365 * 24 = 8760 \text{ год/рік}$$

$$K_{\text{перерах.}} = \frac{T_{\text{підп.}}^{\text{рік}}}{T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}}} = \frac{8760}{1752} = 5$$

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв}} * K_{\text{перерах.}} = 14 * 5 = 70$$

Графік змінності адміністративно-управлінського персоналу: одна зміна 09:00 – 17:00 год.

Таблиця 5.4 – Графік змінності адміністративного персоналу

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{\text{прац.}}^{\text{факт}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вихідн.}}) \cdot T_{\text{зміни}} = \frac{365}{7} \cdot (7 - 2) \cdot 8 = 2085 \text{ год/рік}$$

Для адміністративно-управлінського персоналу чисельність за списком дорівнює явчій чисельності.

5.4 Контроль виробництва

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

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		32

Вхідний контроль – перевірка якості продукції, що надходить на підприємство, як сировини. На даному підприємстві це визначення якості вихідної сировини (чистота хлориду та етилену). Цей контроль проводиться технологом підприємства. Він зобов’язаний вести журнал вхідного контролю.

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

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

5.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

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

- Заробітна плата;
- Затрати на сировину, електроенергію;
- Опалення приміщення.

Заробітна плата працівників цеху наведена в таблиці 5.5.

Отже, сумарна З/П за місяць складає 585 000, а за рік складатиме 7 020 000 гривень.

$$\text{ФОП} = 7\,020\,000 \cdot 1,22 = 8\,564\,400 \text{ гривень/рік}$$

Затрати на сировину зручно привести у вигляді таблиці 5.6.

Розрахуємо витрати електроенергії.

Період роботи підприємства за рік $T = 8760$ год.

$$C_{\text{ел}} = \sum (T_{\text{рег}} \cdot T) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}}$$

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ док.ум	Підпис	Дата		33

де $T_{\text{рег}}$ – тарифна ставка за регульованим тарифом: $T_{\text{рег}} = 1,45$ грн./((кВт год.)-денний період, $T_{\text{рег}} = 0,38$ грн./((кВт год.) – в нічний період, $P_{\text{об}}^{\text{річ}}$ – річна потужність обладнання, 10000 кВт год. (сумарна по всьому технологічному обладнанню):

$$\text{Цел} = (1,45 \cdot 4380) \cdot 10000 + (0,38 \cdot 4380) \cdot 10000 = 80\,144\,000 \text{ грн/рік.}$$

Таблиця 5.5 – Заробітна плата працівників підприємства

Таблиця 5.6 - Розрахунок вартості сировини для виробництва вінілхлориду

Розрахуємо витрати електроенергії.

Період роботи підприємства за рік $T = 8760$ год.

$$\text{Ц}_{\text{ел}} = \sum (T_{\text{рег}} \cdot T) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}}$$

де $T_{\text{рег}}$ – тарифна ставка за регульованим тарифом: $T_{\text{рег}} = 1,45$ грн./((кВт год.)-денний період, $T_{\text{рег}} = 0,38$ грн./((кВт год.) – в нічний період.

$P_{\text{об}}^{\text{річ}}$ – річна потужність обладнання, 10000 кВт год. (сумарна по всьому технологічному обладнанню):

$$\text{Цел} = (1,45 \cdot 4380) \cdot 10000 + (0,38 \cdot 4380) \cdot 10000 = 80\,144\,000 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 2000 м²; тарифна ставка на опалення: 32,97 грн./м² міс; Сезон опалення: 6 місяців

$$\text{Ц}_{\text{опал.}} = 1500 \cdot 32,97 \cdot 6 = 395\,640 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Амортизаційні відрахування здійснюються за прийнятими методами і нормами.

Таблиця 5.7 - Розрахунок вартості ОФ підприємства з виробництва вінілхлориду

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		34

5.6 Розрахунок техніко-економічних показників

Всі показники були зведені в таблицю 5.7.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що підприємство є надзвичайно вигідним, оскільки має термін повернення капіталовкладень 1,53 років.

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		35

6 Охорона праці

Технологічний об'єкт, що розглядається - процес виробництва вінілхлориду, який містить в обігу шкідливі та вибухонебезпечні речовини. На даному об'єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Всі проектні рішення прийнято із урахуванням вимог охорони праці. На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблені заходи щодо створення здорових і безпечних умов праці та пожежної безпеки.[10]

6.1 Виявлення шкідливих та небезпечних факторів. Заходи з охорони праці

6.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, які виконуються в цеху за важкістю відносяться до категорії ІІа. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1– Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

З метою забезпечення нормативних рівнів параметрів мікроклімату і чистоти робочої зони передбачені наступні засоби та заходи: механізація і автоматизація тяжких і праце-містких 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.

Проектом передбачено використання вентиляції для нормалізації мікрокліматичних параметрів. Передбачено використання наступних видів вентиляції:

1. За способом організації повітрообміну: комбінована (загально - обмінна, місцева);
2. За способом переміщення повітря: змішана (природна, механічна);
3. За призначенням: припливно-витяжна.

Контроль температури в лабораторії проводиться за допомогою

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
						36
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

спиртового термометра, відносна вологість вимірюється за допомогою крильчастого анемометра. Вимірювання параметрів мікроклімату здійснюється 1 раз протягом робочого дня.

В таблиці 6.2 приведено коротку санітарну характеристику підприємства, що розглядається, а саме цеху виробництва вінілхлориду:

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, суміщеного та локалізованого 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: робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне, охоронне. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

У вибухонебезпечних зонах проектом передбачене використання пілозахищених 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

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		37

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУТП. Площа цього приміщення 30 м². В зоні цього цеху розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

Перевіряємо освітленість робочого місця оператора ЕОМ на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташовано 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 30м², ширина А якої складає 6м, довжина В – 5м, висота - 3м. Скористаємося методом використання світлового потоку . Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою :

$$(6.1)$$

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

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

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=30м²);

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);

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

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$(6.2)$$

де h_p – розрахункова висота підвісу (h_p =h₁ – h₂, h_p=1м).

Знаючи індекс приміщення I знаходимо значення η = 0,5.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

$$(6.3)$$

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		38

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

$$(6.4)$$

де N – кількість ламп, що визначається; F - світловий потік; $F_{л}$ - світловий потік лампи.

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

6.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Джерелами вібрацій на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: електродвигуни, вентилятори. Джерелами шумів на виробництві є реактори, колони.

Згідно ДСН 3.3.6.037-99, у виробничих приміщеннях прийнята, норма рівня звуку становить 80 дБА. 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. Фактичний рівень шуму становить 65 дБА, що відповідає нормі.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звуко-поглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над устаткуванням, які спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин .

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

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		39

Для захисту від вібрацій що передаються через ноги передбачено взуття товстою гумовою підошвою. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач 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 $I_{л} = 6$ мА, $U_{дот} = 36$ В; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{л} = 0,3$ мА, $U_{дот} = 2$ В.

Порівняємо розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_{л} = \frac{U_{дот}}{R_{л}}, \text{ мА};$$

де $R_{л} = 2 \dots 4$ кОм, опір тіла людини;

$R_0 = 4$ Ом, опір нейтралі заземлення;

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

$$I_{л} = A$$

Напруга дотику розраховується за формулою:

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

Таблиця 6.4 – 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.

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
						40
Вик	Арк.	№ докum	Підпис	Дата		

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. Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижневими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

6.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

Вінілхлорид вибухонебезпечний та має токсичність середньої сили, тому необхідно дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з ним.[11]

Для запобігання небезпечних ситуацій виконуються основні правила всіма робітниками, які працюють з вінілхлоридом. Роботи з вінілхлоридом являються роботами підвищеної небезпеки. Щоб виконувати роботи з вінілхлоридом допускаються особи, які досягли 18-років; пройшли спеціалізований медичний огляд та не мають медичних протипоказань; пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці. Працівники, які працюють з вінілхлоридом, повинні вміти користуватися засобами захисту.

Для виконання роботи вживаються наступні заходи:

- Слід увімкнути загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію.
- Здійснюється перевірка наявності спеціалізованого захисту; працездатність обладнання. При виявленні несправностей обладнання та засобів захисту повідомляється керівництву;
 - При транспортуванні вінілхлориду потрібно виключити попадання його у виробниче і навколишнє середовище. Вінілхлорид зберігається у балонах з присутністю інгібатора.

Джерела запалювання – електричні іскри, дуги, що виникають при пробіі ізоляції і при нагромадженні заряду статичної електрики, перегріті

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		41

ділянки елементів і конструкцій промислові електричні нагрівачі. Джерела запалювання можуть виникати в електричних приладах, у системах кондиціонування повітря й електропостачання.

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

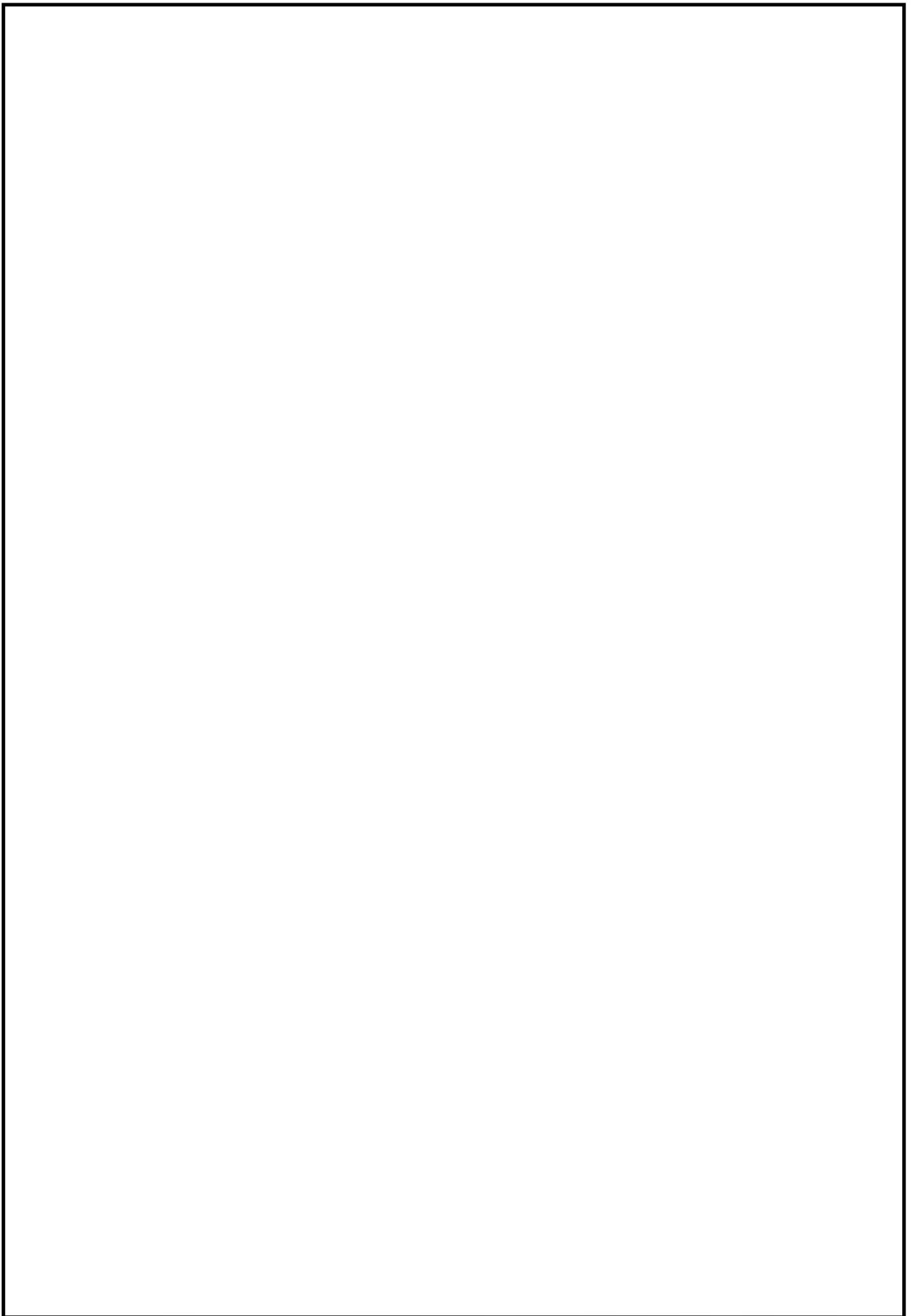
У таблиці 6.5 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю . При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, 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.

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

Встановлюється охоронно - пожежна сигналізація автоматичного типу. Перед початком роботи трубопроводи будуть продуватись повітрям з перевіркою результатів продувки. Для захисту електроустаткування від загоряння використовують регулярне технічне обслуговування, фарбування електроустаткування негорючими матеріалами.

Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижньовими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		42



					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		43

ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті було проаналізовано процес отримання вінілхлориду шляхом дегідрохлорування 1,2-дихлоретану.

Під час виконання дипломного проєкту було вирішено наступні задачі:

1. Проаналізовано технологічні особливості виробничого процесу.
2. Виконано розрахунок матеріальних балансів, для цього було змодельовано технологічну схему в програмному середовищі Chemcad 6.3.1 і за допомогою симуляції пораховано матеріальний баланс: на вході та на виході масова витрата всіх речовин становить 45428 кг/год, що свідчить про правильність виконаних розрахунків.
3. Складено технічне завдання на розробку програмного модуля для ітераційного розрахунку концентрацій компонентів за тарілками. Розрахунки, що були виконані за допомогою програмного модуля, розробленого в середовищі Visual Studio 2015 на мові C++/CLI, збігаються з контрольними розрахунками в Mathcad та Excel.
4. Розроблено схему автоматизації процесу виробництва вінілхлориду, підібрані необхідні технічні засоби автоматизації.
5. Виявлено та проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, визначено шляхи їх усунення.
6. Розраховано техніко – економічні показники виробничого процесу виробництва вінілхлориду, за якими визначено, що дане виробництво є доцільним, так як рентабельність складає 55% та термін повернень капіталовкладень менше ніж два роки, а саме 1,53.

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

Список використаних джерел

1. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. [Текст] / Лебедев, Н.Н.// – 3-е изд. перераб. – М. Химия, 1981. – с. 153-159.
2. Кутепов, А.М. Общая химическая технология. [Текст] / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен // – М.: «Высшая школа», 1990. – 512 с.
3. Юкельсон, И. И. Технология основного органического синтеза. [Текст] / Юкельсон, И. И.// – М. Химия, 1968. – с. 282-284.
4. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” за напрямом підготовки 0925 “Автоматизація та комп’ютерноінтегровані технології” / Уклад.: Г. О. Статюха, Ю. О. Безносик, Т. В. Бойко, С. Г. Бондаренко, О.А. Підлісна, А. М. Шахновський. – К.: ІВЦ “Політехніка”, 2007. – 56 с.
5. Бугаєва, Л.М. Аналіз та синтез хіміко–технологічних систем. [Текст] / Безносик Ю.О., Статюха Г.О.// – К.: Політехніка, 2006 . – 19 с.
6. Кузнецов, И.М. Материальный баланс химико-технологического процесса. [Текст] / И.М. Кузнецов, Х.Э. Харлампыди, Н.Н. Батиршин // – М. Логос, 2007. – 5с.
7. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологи. [Текст] / Павлов, К.Ф., Романков, П.Г., Носков, А.А.// – Учебное пособие для вузов – Л.: Химия, 1987. – 76 с.
8. Бондаренко С. Г. Теорія автоматичного керування [Текст] / С.Г. Бондаренко, О. В. Сангінова – Київ – 2013 – С. 102.
9. Бондаренко С. Г. Автоматизація технологічних процесів [Текст] / С.Г. Бондаренко, О. В. Сангінова – Київ – 2017 – 163 с.
10. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов; за ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа. 2006 – 448 с.

					<i>ХА 4107 1490 001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		45

11. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии.-
М.: Химия, 1973.-752с.

					ХА 4107 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		46