

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1. Технологічна схема процесу процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру у виробництві сульфатної кислоти	12
1.1 Опис основної хімічної реакції	12
1.3 Опис технологічної схеми процесу виробництва сульфатної кислоти	13
2. Розрахунок матеріального балансу	13
3 Автоматизований розрахунок контактного апарата	18
3.1 Математичне забезпечення обчислювального модуля	18
3.2. Структура і технічні характеристики обчислювального модуля	22
3.3. Інструкція користувачу програмного продукту	23
4 Автоматизація технологічної схеми процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру	25
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми	25
4.2 Опис системи автоматизації	27
Контроль та регулювання температури	27
Контроль та регулювання витрат	27
Контроль тиску	28
5. Економічно-технічні розрахунки	28
5.1. Схема організації відділення синтезу сульфатної кислоти	28

					<b>ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ</b>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Комп'ютерний розрахунок процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру</b>					
Розроб.	Соботович Я.В.							Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.								7	84	
Реценз.								НТУУ "КПІ ім. Ігоря		
Н. Контр.	Шахновський А.М.							Сікорського", ХТФ, ХА-		
Затверд.	Квітка О.О.									

5.1. Організація підприємства синтезу сульфатної кислоти	29
5.2. Чисельність персоналу	30
5.3. Контроль виробництва	32
5.4. Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва	33
5.5. Розрахунок техніко-економічних показників	36
6. Охорона праці	37
6.1. Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на виробництві сірчаної кислоти. Заходи з охорони праці.	37
6.1.1 Повітря робочої зони	37
6.1.2 Виробниче освітлення	39
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій	40
6.1.4 Електробезпека	40
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.	42
6.2 Пожежна безпека	43
ВИСНОВКИ	45
Список використаних джерел	46

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		8

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- МТБ – матеріальний баланс;  
ХТС – хіміко-технологічна система;  
ОЗ – основні засоби;  
А – амортизація основних фондів;  
ОбК – обігові кошти;  
С – собівартість;  
П – прибуток;  
Ц – ціна;  
ФОП – фонд оплати праці;  
КНП – клас небезпечності підприємства;  
КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		9

## ВСТУП

Окислювання діоксиду сірки в даний час проводять гетерогенно на ванадієвих каталізаторах, які до кінця 30 - х років повністю витіснили платинові.

Даний процес протікає повільно. Тому на практиці окислення проводять у присутності каталізаторів, внаслідок чого цей метод виробництва сірчаної кислоти отримав назву контактного. Окислювання діоксиду сірки киснем до  $\text{SO}_3$  протікає лише за участю каталізатора;  $\text{SO}_3$  потім використовують для отримання сірчаної кислоти.

Окислювання діоксиду сірки в нестационарному режимі, що створюється шляхом попереминого перемикування напрямку подачі вихідної газової суміші, може відбуватися при істотно нестационарному стані каталізатора. Характерні особливості даного способу полягають в двох обставинах: зниженні температури вхідного ділянки шару при подачі холодної свіжої реакційної суміші і одночасно з цим підвищенні температури вхідного ділянки шару при вступі туди частково прореагованою реакційної суміші з високою температурою. Реакція окислення діоксиду сірки екеотермічна; при температурі  $400^\circ\text{C}$  теплота реакції складає  $953 \text{ кДж /моль}$ . Для відводу тепла в зону реакції подають холодне повітря або встановлюють змійовики - холодильники.

Ступінь окислення діоксиду сірки (або ступінь перетворення) визначається відношенням кількості  $\text{SO}_2$ , окисленого в  $\text{SO}_3$ , до загальної кількості  $\text{SO}_2$  що надійшов на окислення, і виражається в частках одиниці або у відсотках. Якщо швидкість прямої і зворотної реакції рівні, дана газова система знаходиться в стані рівноваги і при постійній температурі її склад не змінюється в часі. Швидкість реакції в цих умовах стає рівною нулю.

Ступінь окислення діоксиду сірки обмежена умовами рівноваги реакції в температурному діапазоні роботи ванадієвих каталізаторів ( $400 - 600^\circ\text{C}$ ) і її

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ					10

збільшення нарощуванням кількості шарів каталізатора більше п'яти економічно недоцільно, оскільки це пов'язано з різким збільшенням об'єму каталізатора.

У даній роботі розглянуто технологію каталітичного окиснення діоксиду сульфуру у виробництві сульфатної кислоти. Витрати на 1 тону сульфатної кислоти становлять 0,34 т сірки, 70 м<sup>3</sup> води. Для дослідження ефективності обраної ХТС виконано її аналіз та проведений розрахунок матеріальних балансів в спеціалізованій моделюючій програмі.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		11

# 1. Технологічна схема процесу процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру у виробництві сульфатної кислоти

## 1.1 Опис основної хімічної реакції

Окиснення двоокису сірки до сірчаного ангідриду протікає на поверхні зернин каталізатора за реакцією



Процес окиснення  $\text{SO}_2$  простий, зворотний, гетерогенно-каталітичний, екзотермічний, протікає зі зменшенням об'єму. Найбільший вихід сірчаного ангідриду спостерігається з газової суміші приблизно наступного оптимального складу: 7%  $\text{SO}_2$ , 11%  $\text{O}_2$ , 82%  $\text{N}_2$ .

Так як реакція окиснення двоокису сірки зворотна і утворення  $\text{SO}_3$  супроводжується виділенням теплоти, вихід сірчаного ангідриду (або ступінь перетворення двоокису сірки) з підвищенням температури зменшується. Практично при  $400^\circ\text{C}$  і нижче реакція окиснення  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  незворотна, тобто рівновага зсунута вправу сторону; при  $1000^\circ\text{C}$  сірчаний ангідрид майже повністю дисоціює на двоокис сірки і кисень.

Отже, з точки зору повноти перетворення  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$ , необхідно працювати при як можливо нижчій з температурі. Однак температурний режим контактного окиснення  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  визначається властивостями каталізатора, що використовується в промисловості. На ванадієвому каталізаторі окиснення  $\text{SO}_2$  починає протікати з достатньою швидкістю лише при  $420\text{-}440^\circ\text{C}$  (температура запалювання).

При температурі понад  $600^\circ\text{C}$  активність каталізатора починає падати. Таким чином, температурний інтервал контактного окиснення  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  обмежено означеними температурами. В цьому інтервалі зворотну екзотермічну реакцію необхідно проводити по лінії оптимальних температур (ЛОТ). Спочатку вхідну суміш підігривають до температури запалювання

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ				12



хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв. Цей пакет програм для моделювання та розрахунку технологічних схем з рециклічними потоками органічних і неорганічних речовин і безперервних сумішей (у разі нафтових фракцій), а також енергетичних потоків. ChemCAD дозволяє створювати, аналізувати і оптимізувати різні варіанти технологічного оформлення виробничих процесів, оцінювати їх ефективність і вибирати найкращий з них.

Комплекс досліджень з використанням ChemCAD дає можливість домогтися задовільного збігу результатів розрахунків з даними промислових експериментів, що дозволяє вирішувати завдання автоматичного управління процесами і підвищити ефективність діючих виробництв, визначити оптимальні режимні і конструкційні параметри процесів в окремих апаратах з позиції всього виробництва в цілому [4].

Розроблена схема наведена на рисунку 2.3.1. При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообміні апарати.

#### Рисунок 2.1 – Схема процесу каталітичного окиснення діоксиду Сульфуру в ChemCad 7.1.2

Для створення схеми зображеної на рис. 2.1 схему, 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 2.1.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		14



## Таблиця 2.1 – Список використаних блоків та матеріальних потоків

Опис блоків бібліотеки моделей:

- Simple heat exchanger – теплообмінний апарат. Застосовується для теплообмінних процесів.
- Kinetic Reactor – кінетичний реактор, є майже ідеальним варіантом для дослідження кінетики простих систем, що містять невелику кількість компонентів.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		15

Результати розрахунків у середовищі ChemCad 7.1.2 приведені у додатку А.

Як видно таблиці 2.3, матеріальний баланс реактора підрахований вірно, це означає що його буде доцільно використовувати у реальному виробництві.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		16

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний загальний матеріальний баланс процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру у середовищі ChemCad також розрахований вірно.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		17

### 3 Автоматизований розрахунок контактного апарата

#### 3.1 Математичне забезпечення обчислювального модуля

Одним із завдань даного дипломного проекту є вибір математичної моделі апарату та виконання параметричної ідентифікації математичної моделі. Шляхом достіждення технологічної схеми було виявлено, що реактор окиснення діоксиду сульфуру є основним апаратом, який впливає на якість кінцевого продукту. Тому доцільно проводити моделювання цього апарату для визначення його необхідних параметрів, які забезпечать оптимальну ступінь отримання триоксиду сірки.

Схема реактора окиснення діоксиду сульфуру представлена на рисунку **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Теоретичні основи каталітичного процесу окислення діоксиду сірки розробив Г.К. Боресков [7]. Швидкість процесу окислення SO<sub>2</sub> на ванадієвих каталізаторах пропорційна концентрації кисню, різниці між наявною та рівноважною концентрацією діоксиду сірки у степені 0,8 та обернено пропорційно концентрації триоксиду також у степені 0,8.

Якщо швидкість процесу виразити через початкові концентрації діоксиду сірки та кисню, то кінетика процесу виразиться у вигляді наступного рівняння:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{273 k}{T a} \left( \frac{x_p - x}{x} \right)^{0,8} \frac{b - \frac{ax}{2}}{1 - \frac{ax}{2}} \quad (3.1)$$

Де  $x$  – ступінь перетворення;  $T$  – температура, °K;  $k = k_0 e^{-E/RT}$  – константа швидкості реакції.  $\text{сек}^{-1}$ ;  $a$  – початкова концентрація SO<sub>2</sub>.  $b$  – початкова концентрація O<sub>2</sub>;  $x_p$  – рівноважна ступінь перетворення, яка визначається із наступного трансцендентного рівняння:

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		18



Де  $W(T, x)$  – Вираз для швидкості хімічної реакції;  $B = \frac{\alpha S_{уд}}{C_g}$  – параметр тепловідводу;  $\alpha$  – коефіцієнт теплопередачі через стінку трубок,  $\text{ккал/м}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{град}$ ;  $S_{уд}$  – удільна поверхня тепловідводу у шарі каталізатора,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;  $C_g$  – теплоємність газової суміші,  $\text{ккал/м}^2 \cdot \text{град}$ ;  $\Delta T_{ад} = \frac{Q_p a}{C_g}$  – величина адіабатного розігріву;  $Q_p$  – тепловий ефект реакції;  $T_x$  – постійна температура холодильника при відводі тепла постійним теплоносієм [7].

У випадку відведення тепла свіжим газом, температура холодильника буде змінюватись по висоті, і до рівняння 2.4 необхідно додати залежність зміни  $T_x$  за висотою трубки:

$$\frac{dT_x}{d\tau} = -B(T - T_x)$$

Наразі трубчасті апарати не використовуються. Вони більш складні у конструктивно та у експлуатації. Тому у подальшому будемо розглядати лише поличні апарати [7].

За способом відведення тепла поличні апарати можна розділити на:

- 1) апарати з проміжними теплообмінниками;
- 2) апарати з проміжним введенням холодного газу між шарами;
- 3) апарати з проміжним введенням холодного повітря між шарами;
- 4) Комбіновані апарати.

Математичний опис поличного контактного апарату з охолодженням суміші у проміжних теплообмінниках має наступний вигляд:

$$\tau_i = \int_{x_{iH}}^{x_{iK}} \frac{aT}{273k} \left( \frac{x}{x_p - x} \right)^{0,8} \frac{1 - \frac{ax}{2}}{b - \frac{ax}{2}} dx. \quad (3.5)$$

Де  $\tau_i$  – час контакту у і-тому шарі [7].

Процес у шарі протікає адіабатно, і температура міняється лінійно зі зміною степені перетворення:

$$T = T_{iH} + \lambda(x - x_{iH}) \quad (3.6)$$

						ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			20

Де  $\lambda \equiv \Delta T_{ад}$ . Між шарами ступінь перетворення не міняється:

$$x_{i,к} = x_{i+1,н} \quad (3.7)$$

а температура зменшується у теплообмінниках від  $T_{i,к}$  до  $T_{i+1,н}$ .

При додаванні між шарами холодного повітря міняється температура реакційної суміші:

$$T_{i+1,н} = T_{х.п} + \frac{\vartheta_{i+1}}{\vartheta_i} (T_{i,к} - T_{х.п}) \quad (3.8)$$

і її початковий склад:

$$a_{i+1} = \frac{\vartheta_i}{\vartheta_{i+1}} a_i, \quad (3.9)$$

$$b_{i+1} = 0,21 - \frac{\vartheta_i}{\vartheta_{i+1}} (0,21 - b_i), \quad (3.10)$$

де  $T_{х.п}$  – Температура холодного повітря;  $\vartheta_i$  – об'єм реакційної суміші у  $i$ -му шарі;  $\vartheta_{i+1}$  – об'єм реакційної суміші у  $(i+1)$ -му шарі після додавання холодного повітря.

Степінь перетворення між шарами не міняється. Не міняється також вигляд рівняння 3.5, яке описує процес у шарі каталізатора. Але необхідно враховувати різний початковий склад газової суміші для кожного шару каталізатора.

У контактному апараті з додаванням холодної реакційної суміші між шарами каталізатора зміну температури можна розрахувати за рівнянням 3.8. Ступінь перетворення між шарами також міняється:

$$x_{i+1,н} = \frac{\vartheta_i}{\vartheta_{i+1}} x_{i,к}. \quad (3.11)$$

Але початковий склад газів постійний на всьому апараті.

За отриманими значеннями у подальшому можна провести конструктський розрахунок апарату [8]. Для цього визначимо об'єм каталізатора (реакційний об'єм). Після чого можна порахувати площу січного перерізу реактора:

$$S = V/w \quad (3.6)$$

						ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			21

Діаметр апарату розраховується за формулою:

$$D = \sqrt{4S/\pi} \quad (3.7)$$

Висота шару каталізатора:

$$h_0 = V/S \quad (3.8)$$

Після розрахунку усіх необхідних параметрів моделі, та провівши аналіз отриманих даних, при необхідності можна переходити до конструювання апарату.

Провівши розрахунки математичної моделі, було виявлено, що важливим параметром даного процесу є рівноважна ступінь перетворення, яка має велику залежність від температури. Тому у процесі окиснення діоксиду сірки важливо підтримувати оптимальні температури, адже це оптимізує перебіг процесу.

### 3.2. Структура і технічні характеристики обчислювального модуля

Відповідно до математичної моделі та основного завдання було розроблено алгоритм обчислювального модулю представлений на рис. 3.2.

Програмний код обчислювального модуля, розробленого на мові програмування C++ CLI наведено в додатку Б.

Структура обчислювального модуля:

- Заголовковий файл форми – MyForm.h;
- основний файл – Shark\_Prog.cpp;
- форма – Form.

Основною метою створення обчислювального модуля стала необхідність зручного розрахунку та ідентифікації параметрів реактора, а також можливість пред'явлення графічної інформації користувачу, для подальшого її аналізу.

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ				22



У обчислювальному модулі було необхідно виконати розрахунок трансцендентного рівняння (формула 3.2). Для цього було прийнято рішення використати метод половинного ділення. Його алгоритм наведено на рисунку 3.3

Принцип роботи даного методу:

Нехай дано рівняння  $f(x)=0$ . Необхідно знайти його корінь з точністю  $\epsilon$  на відрізку  $[a,b]$ , на якому функція безперервна і у кінцях має значення різних знаків, тобто  $f(a) \times f(b) < 0$ . Таким чином, згідно теореми 1, на цьому відрізку існує хоча б один розв'язок рівняння [8].

Знаходиться середина відрізка  $[a,b]$  точка  $c$  (рис. 3.2). Корінь може опинитись на відрізку  $[a,c]$  або на  $[c,b]$ , чи співпасти з  $c$ . В останньому випадку метод припиняє роботу, інакше за допомогою перевірки виконання умов  $f(a) \times f(c) < 0$  і  $f(c) \times f(b) < 0$  з'ясовується, на якій частині відрізка залишився корінь. Далі процедура повторюється для тієї половини відрізка, на якій є корінь, доки відрізок не зменшиться настільки, що його довжина буде менше від заданої похибки [8].

### 3.3. Інструкція користувачу програмного продукту

Розроблена програма призначена для розрахунку параметрів контактного апарату при проведенні реакції каталітичного окиснення діоксиду сульфору.

Графічний інтерфейс користувача, який відкривається при завантаженні сторінки наведено на рисунку 3.4.

Наступне вікно містить поля для вводу даних, а саме ступінь перетворення (можна використовувати в обрахунках розраховану рівноважну ступінь перетворення, відмітивши прапорцем відповідне поле), температуру реакції, почтакові концентрації  $SO_2$  та  $O_2$ .

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ				23

Для виконання розрахунків слід ввести початкові дані у відповідні поля, або натиснути кнопку «Заповнити» після чого натиснути кнопку «Розрахувати». У результаті з'являються розраховані параметри, а саме проміжні розрахунки, та основні обрахунки у полі «Обрахунки».

Також у програмі врахована можливість побудови графіків залежності основних параметрів від температури. Такими параметрами є константа рівноваги, константа швидкості реакції, та рівноважна ступінь перетворення.

Для побудови графіків необхідно вказати діапазон температури та кількість інтервалів. Отримані графіки зображено на рисунку 3.5-3-7

За кожним графіком користувач може побачити висновки натиснувши на відповідну кнопку.

Результат роботи програми зображено на рисунку 3.8.

За бажанням користувач може зберегти отримані розрахунки натиснувши на головному меню вкладку «Розрахунки», та обравши на ній пункт «Зберегти».

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		24

## 4 Автоматизація технологічної схеми процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру

### 4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Технологічний процес в промисловості тісно зв'язаний з автоматизацією її технологічних процесів. Автоматизація ефективно застосовується на сучасному етапі розвитку людства з метою досягнення зростання показників ресурсозбереження, поліпшення екології навколишнього середовища якості та надійності продукції. В зв'язку з бурхливим розвитком мікропроцесорної техніки і персонально електронно-обчислювальних машин, функціональні можливості яких дають змогу використовувати найдосконаліші методи в рамках сучасних складних систем управління.

Завдання технологічного процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфуру у виробництві сульфатної кислоти полягає в отриманні триоксиду сірки шляхом контактного окиснення  $SO_2$  до  $SO_3$ . Аналіз технологічної схеми показав, що найбільше впливає на якість цільового продукту температура та співвідношення реагентів які подаються до апаратів.

Для контролю якості повітря на підприємстві необхідно контролювати параметри, що можуть спричинити небезпеку для життя робочого персоналу. Такими параметрами є концентрації оксидів сірки в приміщенні, оскільки при досягненні певної концентрації вони здатні реагувати з вологою на тілі людини з утворенням сульфатної кислоти, яка може подразнювати дихальні шляхи, викликати астму, важкі хімічні опіки, смерть, тому концентрації даних компонентів потрібно контролювати та у разі перевищенні параметрів видавати звуковий і світловий сигнал.

Основна мета технологічного процесу полягає в отриманні заданого виходу кінцевого продукту – триоксиду сірки. Проаналізувавши хімічну реакцію, можна зробити висновки, що основним апаратом є реактор, у якому

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ					25

необхідно підтримувати оптимальну температуру, та контролювати співвідношення газів що до нього надходять.

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

- витрату діоксиду сірки на вході в теплообмінник;
- витрату кисню на вході в теплообмінник;
- тиск у теплообмінниках;
- тиск у реакторі;
- температуру у трубопроводах на вході до реактора;
- співвідношення реагентів у газовій суміші на вході до реактора;
- температуру у реакторі;
- температуру речовини на виході;
- витрату речовини після реактора;
- витрату речовини після теплообмінників;
- витрату готового продукту;

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

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю процесу каталітичного окиснення діоксиду сірки.

За даними в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу каталітичного окиснення діоксиду сульфур.

При виборі приладів автоматизації слід дотримуватись наступних правил:

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

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ					26

- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;

Тому для автоматизації процесу отримання триоксиду сульфуру шляхом окиснення діоксиду сульфуру були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників [11-19]. Підібрані засоби автоматизації наведена в специфікації (Додаток Д).

## 4.2 Опис системи автоматизації

### Контроль та регулювання температури

В якості первинного перетворювача при вимірюванні температури з необхідною точністю для контурів 6, 7, 15, 16, 18, 20 було обрано термоелектричний перетворювач марки ТХА-1387 (поз. 6-1, 7-1, 15-1, 16-1, 18-1, 20-1) з діапазоном вимірювання температури 0 – 900°C, що призначений для вимірювання температури у рідких та газоподібних з малою похибкою, шляхом перетворення опору в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА.

Отриманий сигнал з термоперетворювача передається на показуючий ПІД-регулятор марки ТРМ10 (поз. 7-2, 16-2, 18-2, 20-2), який відображає вимірювану температуру і в контурі регулювання видає регулюючий вплив на виконавчий механізм (поз. 7-3, 16-3, 18-3, 20-3).

### Контроль та регулювання витрат

Для контролю та регулювання витрати в контурах 5, 9, 10, 12, 13, 14, 22, 23 використовується ультразвуковий витратомір марки UFM 3030 (поз. 5-1, 9-1, 10-1, 12-1, 13-1, 14-1, 22-1, 23-1) з температурою вимірюваного середовища від -30 до 2200 °С, прилад містить вбудований первинний перетворювач у вихідний сигнал 4 – 20 мА.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		27

Далі сигнал подається на показуючий та реєструючий пристрій зі станцією керування марки ФК0071 (поз. 5-2, 9-2, 10-2, 12-2, 13-2, 14-2, 22-2, 23-2).

Для регулювання та індикації співвідношення витрати на контурах 9 та 10 вихідний сигнал після перетворювача з сигналом 4 – 20 мА. (9-2, 10-2) подається на регулятор співвідношення з функцією індикації (10-3), який в свою чергу видає регулюючий вплив на виконавчий механізм.

### **Контроль тиску**

Для вимірювання тиску в контурах 1,2,3,4 використано перетворювач тиску марки КВАНТ ДИЦ1, мод. 2420 В/П/М (поз. 1-1, 2-1, 3-1, 4-1) який може використовуватися у вибухонебезпечних і агресивних середовищах для вимірювання тиску до 0,6 МПа в рідких і газоподібних середовищах, вихідний сигнал манометру 0 – 20 мА, ступінь захисту - IP40.

Далі сигнал потрапляє на вторинний показуючий та реєструючий прилад марки РМТ-39D/1 (поз. 1-2, 2-2, 3-2, 4-2) вихідний сигнал 4 – 20 мА.

Для сигналізації верхньої межі тиску використовуються індикаторні лампи марки УПС 1 (поз. HL1, HL2, HL3, HL4, HL5, HL6, HL7, HL8).

Створення схеми автоматизації дозволяє проводити технологічний процес окиснення діоксиду сірки за оптимальних умов та у відповідності до технічного регламенту.

## **5. Економічно-технічні розрахунки**

### **5.1. Схема організації відділення синтезу сульфатної кислоти**

Сірчана кислота є важливим товаром хімічної промисловості і є індикатором її промислової потужності. Більша частина виробленої кислоти (~ 60%) витрачається на виробництво добрив, суперфосфату фосфату

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

амонію, сульфатів, сульфату амонію. Виробництво сульфатної кислоти відноситься до великотоннажних виробництв [5].

Проект передбачає розробку підприємства синтезу сульфатної кислоти продуктивністю 575 т/добу.

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

### 5.1. Організація підприємства синтезу сульфатної кислоти

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

Таблиця 5.1 – Класифікація виробничих процесів підприємства

Підприємство має продуктивність 575 т/добу і все допоміжне обладнання підібрано так, щоб при експлуатації не виникало часу простою на жодній із стадій. Оскільки підприємство безперервне і за одне завантаження обробляється приблизно 5 500 кг сірки, то було обрано паралельний ВРПП.

Кількість виробничих циклів за зміну:

$$B = \frac{360 - \sum t_i + t_{\max}}{t_{\max}} = \frac{360 - 80 + 30}{30} = 10.33 \approx 10$$

$$T_{\text{пар}} = \sum_{i=1}^n t_i + (B - 1) \cdot t_{\max} = 80 + (10 - 1) \cdot 30 = 350 \text{ хв.}$$

При обраному ВРПП зайнятість усіх працівників проводиться в повному обсязі, дозволяє надати максимальну кількість продукції за день і найпродуктивніше використовується приміщення та обладнання.

Графік паралельного ВРПП по стадіям:

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						29

## 5.2. Чисельність персоналу

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

Режим роботи – в чотири зміни, тривалістю зміни 6 годин для робочого персоналу та спеціалістів. Для керуючого персоналу та фахівців робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи однозмінний тривалістю робочої зміни 8 годин.

Для робочого персоналу – зміна повинна складатися з начальника зміни (1), помічника начальника зміни (1), технолог(1), лаборант(1), апаратника (1), робочих (5), охоронця (1), прибиральника (1), водіїв (2), механік (1) – це ті, які мають чотири змінний графік роботи, а адміністративно-управлінський персонал працює в складі – начальник цеху (1), головний технолог(1), інженер (1), електрик (1), менеджер з постачання (1), завідуючий складом (1), бухгалтер (1), економіст (1), системний адміністратор (1).

Отже, явочна кількість адміністративно-управлінського персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 9 \quad (5.1)$$

Явочна кількість виробничого персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = (1 + 1 + 1 + 5 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1) * 4 = 60 \quad (5.2)$$

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

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв}} * K_{\text{пер}} \quad (5.3)$$

$$K_{\text{пер}} = \frac{T_{\text{підп}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{норм}}} = \frac{8760}{1821} = 5 \quad (5.4)$$

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		30



де  $K_{пер}$  – коефіцієнт перерахунку,  $T_{рік}$  – річний робочий час підприємства,  $T_{прац}$  – річний робочий час підприємства з урахуванням святкових вихідних, хвороб та відпусток.

Тоді чисельність за списком становить:

$$Ч_{сп} = 15 * 5 + 9 = 84 \text{ осіб.} \quad (5.5)$$

Тривалість роботи підприємства на рік:

$$T_{підп}^{рік} = 365 * 24 = 8760 \text{ год/рік} \quad (5.6)$$

Тривалість роботи працівника:

$$T_{прац}^{рік} = \frac{365-11}{7} * 36 = 1821 \text{ год/рік} \quad (5.7)$$

Кількість бригад:

$$K_{пер} = \frac{T_{підп}^{рік}}{T_{прац}^{норм}} = \frac{8760}{1821} = 5 \text{ бригад} \quad (5.8)$$

Отже, щоб забезпечити безперервний процес роботи потрібно 5 бригад.

Графік змін: 1-а зміна 08:00 – 14:00, 2-а зміна 14:00 – 20:00, 3-я зміна 20:00 – 02:00, 4-а зміна 02:00 – 08:00.

Таблиця 5.3 – Графік змінності робочого персоналу

Фактична тривалість роботи працівника за рік, які працюють позмінно:

$$T_{прац}^{факт} = \frac{365}{T_{зм}^{об}} (T_{зм}^{об} - T_{вих}) * t_{зм} = \frac{365}{25} (25 - 5) * 6 = 1752 \text{ год} \quad (5.9)$$

Недопрацювання працівника за рік:

$$T_{недопр} = 1821 - 1752 = 69 \text{ год} \quad (5.10)$$

Тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{прац}^{норм} = \frac{365-11}{7} * 40 - (8 - 1) * 1 = 2016 \text{ год/рік} \quad (5.11)$$

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

Таблиця 5.4 – Графік змінності адміністративного персоналу

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		31

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{\text{прац}}^{\text{факт}} = \frac{(365-11)}{T_{\text{зм}}^{\text{об}}} \left( T_{\text{зм}}^{\text{об}} - T_{\text{вих}} \right) * t_{\text{зм}} = \frac{(365-11)}{7} (7 - 2) * 8 = 2022 \text{ год} \quad (5.12)$$

Перепрацювання робітника за рік:

$$T_{\text{пер}} = 2022 - 2016 = 6 \text{ год} \quad (5.13)$$

### 5.3. 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 [5].

Вхідний контроль – перевірка якості сировини. На даному підприємстві це визначення якості вихідної сировини (якість сірки та вміст повітря). Цей контроль проводиться лаборантами підприємства. Вони зобов'язані вести журнал вхідного контролю [5].

Проміжний контроль – це перевірка технологічної дисципліни при виконанні технологічного процесу. Виконується технологом, який веде журнал проміжного контролю [5].

Заключний контроль – це оцінка якості готової продукції, в нашому випадку олеуму. 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].

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		32

#### 5.4. 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 та електроенергію;
- Оренда приміщення;
- Заміна каталізаторів та ремонт частин;

Заробітна плата працівників підприємства наведена в таблиці 5.5.

Отже, сумарна З/П за місяць складає 705 000, а за рік складатиме 8 460 000 гривень.

$$\text{ФОП} = 8\,460\,000 * 1,22 = 10\,321\,200 \text{ грн./рік} \quad (5.14)$$

Оскільки для добування сульфатної кислоти необхідна сірка ціна якого на 21 травня 2018 для промислових споживачів становить 1 500 грн./т. За один цикл в систему входить 5 500 кг сірки.  $O_2$  потрапляє в систему з повітря, тобто безкоштовно. Вода для утворення сульфатної кислоти надходить з міського водопроводу (після очистки), ціна якого становить 8,28 грн./т, за цикл потрібно 2 584 кг. Затрати каталізатора складають 4 кг./т., ціна відповідно 2 000 грн./т. Відповідно затрати на сировину складаються з сірки, води та каталізатора:

$$C_{\text{мат}} = \left( (1\,500 * 5,5 + 2,584 * 8,28) * 6 + 575 * 4 * 2000 \right) * 365 = \quad (5.15)$$
$$1\,697\,114\,355,05 \text{ грн./рік}$$

Витрати на запасні частини для ремонту складають – 500 000 грн./рік.

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					33

ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ

Вартість оренди:

- Виробнича будівля і складські приміщення – 2 000 000 грн./рік;
- Офісне приміщення – 500 000 грн./рік.

Сумарна витрата на оренду становить 2 500 000 грн./рік.

Для нормально функціонування та розвитку підприємства потрібні наступні програмні комплекси:

1. MATLAB – спеціальне програмне забезпечення призначене для моделювання та складних математичних розрахунків (вартість 22 500 гривень/рік).
2. Aspen HYSYS – спеціальне програмне забезпечення для проведення моделювання роботи схеми виробництва, аналізу проблем які можуть виникнути під час роботи підприємства та можливі способи покращення економічних характеристик (вартість 750 000 гривень/рік).
3. Microsoft Office 365 – програмний комплекс для створення звітів, презентацій та ін. (вартість 103 680 гривень/рік).

Сумарна вартість програмного забезпечення 876 180 гривень/рік.

Згідно опису схеми, витрати електроенергії для цього типу виробництва складає 85 кВт\*год, ціна на електроенергію для підприємства складає 2,13396 грн./кВт. На підприємстві працює двозонний облік електроенергії.

$$C_{\text{ел}} = 85 * (2,13396 * 16 + 1,5 * 8) * 365 = 1\,431\,597,744 \text{ грн./рік} \quad (5.16)$$

Вартість оборотних засобів таким чином становить:

$$O_{\text{бз}} = 1\,751\,457\,424,76 + 2\,500\,000 + 500\,000 + 876\,180 + \\ + 10\,145\,520 + 1\,431\,597,744 = 1\,766\,910\,722,5 \text{ грн./рік} \quad (5.17)$$

Основні засоби – це засоби праці, які багаторазово використовуються у виробництві, не змінюють свою форму тривалий час, а їх вартість враховується у вартість готової продукції [5].

									ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						34

До основних засобів належать:

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

Основні засоби зведені в таблицю 5.6, в якій Амортизація розрахована за формулою:

$$A = \frac{\Phi_{пп} + K + P - Л}{T_{експ}} \quad (5.18)$$

де А – амортизація, грн/рік;  $\Phi_{пп}$  – повна початкова вартість, грн; К – витрати на капітальні ремонти, грн; Р – витрати на поточні ремонти, грн; Л – ліквідаційна вартість, грн;  $T_{експ}$  – плановий період експлуатації, років.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		35

Обчислимо собівартість одної тони продукту:

$$C = \frac{C_{pB}}{B} = \frac{1710507925}{209875} = 8150,1 \text{ грн.}$$

Дослідивши ринок встановимо ціну на продукцію 12000 грн. за 1 тону готової продукції.

### 5.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Для кращого сприйняття та аналізу отриманих результатів розрахунку було сформовано таблицю техніко-економічних показників виробництва. Всі показники були зведені в таблицю 5.8.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що підприємство вигідне, оскільки має термін повернення капіталовкладень менше 7 років та досить високу економічну ефективність.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		36

## 6. Охорона праці

Технологічний об'єкт, що розглядається - виробництво сульфатної кислоти, містить в обігу шкідливі та небезпечні речовини. Також на даному об'єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Всі проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці [6]:

На основі шкідливих і небезпечних факторів розроблено ряд заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці.

### 6.1. Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на виробництві сірчаної кислоти. Заходи з охорони праці.

#### 6.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99 роботи, що виконуються в цеху за важкістю відносяться, відповідно [1], до категорії Пб.

Параметри мікроклімату обрані в залежності від категорії тяжкості виконуваної роботи та наведені в таблиці 6.1

Для забезпечення гігієнічної чистоти повітря та попередження отруєння при аварійних ситуаціях у цеху встановлено системи припливної і витяжної вентиляції. За звичайних умов в цеху працює система кондиціонерів для підтримання оптимального мікроклімату. Залежно від кількості працівників кількість повітря визначається залежністю [6]:

$$L_{\text{п}} = n \cdot L, \left[ \frac{\text{м}^3}{\text{г}} \right], \quad (6.1)$$

де,  $n$  - кількість працівників;  $L$  - витрата повітря на одного працівника відповідно до санітарних норм СН 245 – 7.

В цеху постійно присутні 1 оператор та 5 робочих, при об'ємі приміщення  $V = 120 \text{ м}^3$  кількість повітря на людину  $L = 20 \text{ м}^3 / \text{г}$ . Розрахована кількість повітря для цеху:

$$L_{\text{п}} = 6 \cdot 20 \text{ м}^3 / \text{г} = 120 \text{ м}^3 / \text{г} \quad (6.2)$$

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					37

Оскільки в ході технологічного процесу використовуються токсичні і небезпечні речовини –  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2SO_4$ , для запобігання отруєнь, або небезпечних ситуацій передбачається аварійна витяжна вентиляція що вмикається автоматично. Витяжні труби розташовані у стелі і на рівні підлоги. Кратність повітрообміну в приміщенні не менше 8 разів на годину [6].

Вибираємо центробіжний вентилятор марки ВЦ 14-46-3,15 загальнопромислового виконання.

В таблиці 6.2 наведено основні санітарні характеристики підприємства, що розглядається, а саме підприємства виробництва сульфатної кислоти.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		38



### 6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду VIII-б. За технологічним процесом ведеться постійний нагляд на посту керування шляхом виводу інформації про процес на ЕОМ.

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна.

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

Розраховуємо необхідну кількість ламп в зоні реактора, що забезпечують нормоване значення освітленості, для штучного освітлення, за формулою [13]:

$$N = \frac{E \cdot S_{\text{п}} \cdot k \cdot Z}{F \cdot \eta} = \frac{50 \cdot 400 \cdot 1,2 \cdot 1,3}{3200 \cdot 0,5} \approx 20 \quad (6.3)$$

де,  $E = 50$  лк - нормована освітленість;  $S_{\text{п}} = 400 \text{ м}^2$  - площа приміщення;  $k = 1,2$  - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості ламп в процесі експлуатації;  $\eta = 0,5$  - коефіцієнт використання світлового потоку, визначається з урахуванням коефіцієнта відбиття світлового потоку від стін.  
 $N = 20$  шт.

Система штучного освітлення – комбінована, на виробництві прийняті люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛД. Вибираємо 20 люмінесцентних ламп типу ЛБ-40 зі світловим потоком рівним 3200 лк.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		39

У місцях установки обладнання з обертовими робочими органами освітлення здійснюється лампами накаливання, установленими у світильники прямого світла.

Аварійне освітлення автоматично включається при будь-якій аварійній ситуації, у тому числі при спрацюванні газоаналізаторів водню і фенолу.

### 6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами шуму і вібрації в цеху є компресори.

Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99, допустимий рівень шуму в цеху і на робочих місцях становить 80 дБА.

Фактичний рівень шуму в цеху складає 40 дБА, тому потреба в додаткових засобах захисту від шуму відсутня.

Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач шуму та вібрації марки ВШВ-003.

Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 6.4.

### 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.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		40

Згідно з [8] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_n = \frac{U_\phi \times 10^3}{R_n + R_o}, \text{ мА};$$

де,  $R_n = 2...4$  кОм, опір тіла людини;  $R_o = 4$  Ом, опір нейтралі заземлення;  $U_\phi = 220$  В, фазова напруга, В.

$$I_n = \frac{220 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А}$$

Напруга дотику розраховується за формулою:

$$U_d = I_n \cdot R_n \cdot 10^3 = 0,05 \cdot 4000 = 220 \text{ В.}$$

Для зниження небезпеки накопичення зарядів статичної електрики на трубопроводах, машинах і апаратах передбачене відведення зарядів статичної електрики шляхом заземлення системи трубопроводів і апаратів, якими рухається суміш реагентів;

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

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		41

### 6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.

В проектованому виробництві використовується різноманітне обладнання: транспортні засоби (електрокари), контактний апарат, піч, абсорбери, трубопроводи та компресори, які з точки зору техніки безпеки створюють небезпеку.

Для уникнення травм робітників транспортні шляхи, призначені для цехового транспорту і проходи на території підприємства проектуються таким чином, щоб транспорт було видно заздалегідь; або ж використовують звукові сигнали. Конструкцією контактного апарату, печі та абсорберів передбачено зручність і безпеку її обслуговування і ремонту, монтажу та демонтажу механізми, вузлів і оснащення.

Частини компресорів, що нагріваються до температури понад 25 ° С, теплоізолювані або закриті кожухом.

Причиною травматизму, смерті може бути падіння важких частин оснащення, тому операції знімання та установки форм максимально механізовані.

Певну небезпеку складає протікання сульфатної кислоти та оксидів сульфату з трубопроводів, при цьому виникає ризик удушення, хімічних опіків, втрати свідомості, смерті.

Трубопроводи, які використовуються для подачі оксидів сульфату, сульфатної кислоти на різні стадії синтезу кислоти, регулярно перевіряють на зношування та герметичність.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		42

## 6.2 Пожежна безпека

Можливість поширення пожежі на цеху в значній мірі залежить від вогнестійкості основних будівельних конструкцій приміщення, планування і розміщення обладнання в будівлі.

Цех виробництва, згідно ДБН В.1.1-7-2002, належить до категорії Г будівель. Приміщення категорії Г слід розміщувати біля зовнішніх стін, а в багатоповерхових будівлях - на верхніх поверхах. Для зменшення можливого збитку від вибуху газоповітряних сумішей передбачається у зовнішній частині будівлі спеціальні легкоскидуючі конструкції (скління вікон і ліхтарі).

Підлога на робочих місцях є рівною, теплою, щільною та такою, що не чинить опір ударам; вона неслизька та зручна для очистки поверхні; також вона стійка до хімічних впливів та поглинення цих речовин.

Проектом передбачено такі заходи пожежної безпеки: у цехах є протипожежний водопровід, діаметром 50мм і довжиною рукава 20 м згідно СНиП 2.09. 02-85; пожежні крани, у приміщенні є ємності з піском і пожежні щити; застосовуються пінні вогнегасники ОХП-10; сигналізація з датчиками РП-50 і СТХ-174; захист ізоляції від механічного, теплового та агресивного впливу; Для забезпечення максимальної безпеки кабелі будуть укладатися в спеціальні канали, проводку - у металеві рукава.

Для захисту від удару блискавки передбачений стрижньовий блискавковідвід. Тиск газу, що надходить на завод, буде знижуватися до необхідної величини в газорегуляторному пункті. Газові агрегати матимуть автоматичне регулювання процесу горіння, автоматику безпеки. До обслуговування теплообмінників і інших газифікованих агрегатів будуть допускатися працівники, які здали техмінімум і мають посвідчення на право роботи на цих агрегатах.

У будівлі передбачається три евакуаційні виходи, відстанню від робочого місця до евакуаційного виходу з приміщення 25 м, при щільності

						ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			43

людського потоку від 1 до 3 чол/м<sup>2</sup>; ширина шляхів евакуації 2 м; ширина дверей становить 0,9 м.

Для виявлення початкової стадії пожежі в зовнішніх установках розташованих у вибухонебезпечному середовищі, передбачено сповіщувачі вибухонебезпечного виконання ТРВ-1. Показники пожежо та вибухонебезпечності наведено у таблиці 6.4.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті було розглянуто процес каталітичного окиснення діоксиду сульфуру у виробництві сульфатної кислоти

Було вирішено наступні задачі:

1. проаналізовано технологічні особливості виробничого процесу каталітичного окиснення діоксиду сірки;
2. розраховано матеріальний баланс схеми процесу в програмі симуляторі ChemCad 7.2.1;
3. відповідно до технічного завдання розроблено обчислювальний модуль для виконання параметричної ідентифікації та обчислення математичної моделі на мові програмування (C++);
4. розроблено схему автоматизації технологічного процесу, 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 синтезу сульфатної кислоти, за якими визначено, що дане виробництво є доцільним.

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		45

## Список використаних джерел

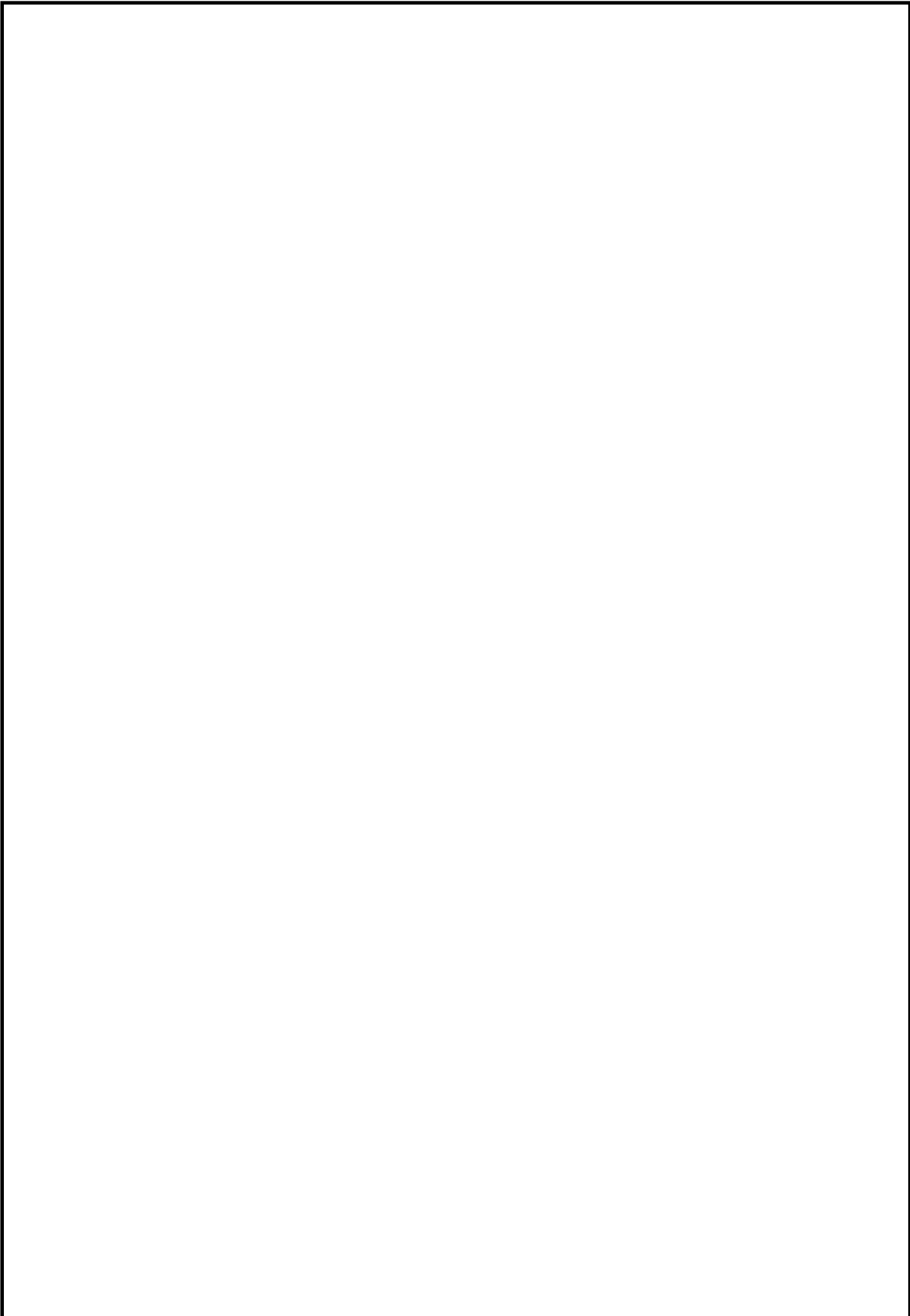
1. Астрелін, І.М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. [Текст] / І.М.Астрелін та інші – К.: Вища школа, 1992. – 399 с.
2. Амелин А. Г., Яшке Е. В. Производство серной кислоты – изд. 2-е. [Текст] / А.Г. Амелин – М.: Высш. шк., 1980. – 246 с.
3. Амелин А. Г. Технология серной кислоты – изд. 2-е. – М.: Химия, 1983. – 360 с., ил.
4. Малин, К.М. Справочник сернокислотчика. [Текст] / К.М. Малин – К.: Химия, 1971. – 744 с.
5. Васильев, Б. Т. Технология серной кислоты [Текст] / Б. Т. Васильев, М. И. Отвагина. — М.: Химия, 1985. – 384 с.
6. Малин, К.М. Технология серной кислоты. [Текст] / К.М.Малин, Н.Л. Аркин, Г.К.Боресков, М.Г.Слинько. – К.: Государственное научно техническое издательство химической литературы, 1950. – 571 с.
7. Боресков, Г. К. Катализ в производстве серной кислоты: монография / Г. К. Боресков. — М.; Л. : Госхимиздат, 1954. – 348 с.
8. Метод половинного ділення [Електронний ресурс] :- Режим доступу.:[https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj\\_komp'yuterne\\_m odelyuvannya\\_system\\_procesiv/t1/311..htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp'yuterne_m odelyuvannya_system_procesiv/t1/311..htm)
9. Окислення - діоксид – сірка [Електронний ресурс] :- Режим доступу.:<http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=18512>
10. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” за напрямом підготовки 0925 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані 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.

						ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			46



- 11.ТХА-1387 – Краткое описание. URL: [http://www.owen.ru/catalog/izmeritel\\_pid\\_regulyator\\_odnokanal\\_nij\\_ov\\_en\\_trm10/opisanie](http://www.owen.ru/catalog/izmeritel_pid_regulyator_odnokanal_nij_ov_en_trm10/opisanie) (дата звернення 05.06.2019)
- 12.ПВД-регулятор одноканальный URL: <http://www.kaskad-electro.ru/magazin/tag/%D0%A3%D0%9F%D0%A1+1> (дата звернення 05.06.2019)
- 13.UFM 3030. URL: <https://electro.mashinform.ru/pribory-dlya-izmereniya-i-regulirovaniya-raskhoda-i-kolichestva-zhidkостей-gazov-i-sypuchih-materialov.html> (дата звернення 05.06.2019)
14. ФК00711. URL: <https://electro.mashinform.ru/pribory-dlya-izmereniya-i-regulirovaniya-temperature.html> (дата звернення 05.06.2019)
- 15.Преобразователь давления КВАНТ 2420 В/П/М. URL: <https://electro.mashinform.ru/pribory-dlya-izmereniya-i-regulirovaniya-davleniya-i-razryazheniya.html> (дата звернення 05.06.2019)
- 16.УПС 1. URL:<http://www.kaskad-electro.ru/magazin/tag/%D0%A3%D0%9F%D0%A1+1> (дата звернення 05.06.2019)
- 17.Промышленный уровнемер ЕС 1300. URL: <https://electro.mashinform.ru/pribory-dlya-izmereniya-i-regulirovaniya-urovnya-zhidkостей-i-sypuchih-materialov.html> (дата звернення 05.06.2019)
- 18.Пост управления ПКУ 15-21-131УЗ. URL: URL: URL: <https://electro.mashinform.ru/oborudovanie-nasosnoe-i-nasosy-dlya-nefteproduktov-i-himicheski-aktivnyh-sred.html> (дата звернення 05.06.2019)
- 19.Кнопка выключения КМЕ-5111. УЗ URL: <https://electro.mashinform.ru/svetosignalnye-ustrojstva.html> (дата звернення 05.06.2019)

					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		47



					ДП ХА 5117 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		48