

РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить 94 с., 14 рис., 27 табл., 3 додатка, 16 джерел.

СУЛЬФАТНА КИСЛОТА, СУЛЬФАТНИЙ АНГІДРИД, СХЕМСАД, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, КОМП'ЮТЕРНИЙ РОЗРАХУНОК, МОНОГІДРАТНИЙ АБСОРБЕР, КОНТАКТНИЙ АПАРАТ, МЕТОД ПОДВІЙНОГО КОНТАКТУВАННЯ ТА ПОДВІЙНОЇ АБСОРБЦІЇ, КОНТРОЛЬ ТА РЕГУЛЮВАННЯ.

Виконано проект комп'ютерного розрахунку технологічної схеми виробництва сульфатної кислоти.

В проекті обґрунтовано норми технологічних режимів, наведена технологічна схема процесу виробництва сульфатної кислоти. Розглянуті характеристики технологічної схеми виробництва сульфатної кислоти.

Виконано комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу в програмі - симуляторі ChemCad 7.2.1

Розроблено обчислювальний модуль для повірного розрахунку моногідратного абсорбера першого ступеня.

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

Проведено економіко - організаційні розрахунки основних техніко – економічних показників даного процесу.

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

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 94 с., 14 рис., 27 табл., 3 приложения, 16 источников.

СЕРНАЯ КИСЛОТА, СУЛЬФАТНЫЙ АНГИДРИД, CHEMCAD, МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС, КОМПЬЮТЕРНЫЙ РАСЧЕТ, МОНОГИДРАТНЫЙ АБСОРБЕР, КОНТАКТНЫЙ АППАРАТ, МЕТОД ДВОЙНОГО КОНТАКТИРОВАНИЯ И ДВОЙНОЙ АБСОРБЦИИ, КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ.

Выполнен проект компьютерного расчета технологической схемы производства серной кислоты.

В проекте обоснованно нормы технологических режимов, приведена технологическая схема процесса производства серной кислоты. Рассмотрены характеристики технологической схемы производства серной кислоты.

Выполнен компьютерный расчет материального баланса процесса в программе - симуляторе ChemCad 7.2.1

Разработан вычислительный модуль для поверочного расчета моногидратного абсорбера первой степени.

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

Проведено экономико-организационные расчеты технико-экономических показателей данного процесса.

Рассмотрены технику безопасности проведения производственного процесса. Приведены технические решения по технике безопасности.

ABSTRACT

The diploma project contains 94 p., 14 fig., 27 tables, 3 app., 16 sources.

SULPHATE ACID, SULPHATE ANHYDRIDE, CHEMCAD, MATERIAL BALANCE, COMPUTER CALCULATION, MONOPHASE ABSORBER, CONTACT DEVICE, METHOD OF DUAL CONTACT AND DOUBLE ABSORPTION, CONTROL AND REGULATION.

The project of computer calculation of technological scheme of production of sulfate acid is executed.

The project substantiates the norms of the technological regimes, provides a technological diagram of the sulfate acid production process. The characteristics of the technological scheme of production of sulfate acid are considered.

The Computer calculation of the material balance in chemical simulator ChemCad 7.2.1 is executed.

A computational module for calibration of the monohydrate absorber was developed.

The scheme of automation of the process is proposed. Necessary devices for control and regulation are elected.

Economic - organizational calculations of the basic technical - economic indicators of the process are carried out.

Safety measures of the production process are considered. Technical solutions for safety are listed.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1 Технологічна схема процесу виробництва сульфатної кислоти методом подвійного контактування та подвійної абсорбції	12
1.1 Опис основної хімічної реакції	12
1.3 Опис технологічної схеми процесу виробництва сульфатної кислоти	13
2 Розрахунок матеріальних та теплових балансів процесу синтезу сульфатної кислоти	15
2.1 Виконання структурного аналізу ХТС	15
2.3 Розрахунок матеріального балансу	17
3 Автоматизований розрахунок моногідратного абсорбера першого ступеня	19
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля	19
3.3 Математичне забезпечення обчислювального модуля	19
3.3.1 Конструктивний розрахунок абсорбера	21
3.4 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля	22
3.5 Інструкція користувачу програмного продукту	23
4 Автоматизація технологічної схеми процесу синтезу сульфатної кислоти	24
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми	24
4.2 Опис системи автоматизації	25
4.2.1 Контроль та регулювання температури	25
4.2.2 Контроль та регулювання витрат	27
4.2.3 Сигналізація концентрації шкідливих речовин в приміщенні	28
4.2.4 Контроль якості продукту	28
4.2.5 Контроль та сигналізація рівня в резервуарах	29

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ					

4.2.6 Регулювання роботи нагнітача повітря	29
5 Економічно-технічні розрахунки	30
5.1. Схема організації підприємства синтезу сульфатної кислоти	30
5.2. Схема організації підприємства синтезу сульфатної кислоти	30
5.3. Чисельність персоналу	31
5.4. Контроль виробництва	33
5.5. Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва	33
5.6. Розрахунок техніко-економічних показників	36
6 Охорона праці	37
6.1 Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на виробництві циклогексанону. Заходи з охорони праці.	37
6.1.1 Повітря робочої зони	37
6.1.2 Виробниче освітлення	38
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій	39
6.1.4 Електробезпека	39
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.	40
6.2 Пожежна безпека	41
ВИСНОВКИ	43
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	44
Додаток А	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток Б	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток В	Ошибка! Закладка не определена.

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МТБ – матеріальний баланс;

ОМРД - оптимальна множина розриваємих дужок;

ОПРС - оптимальна послідовність розрахунку схеми;

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 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

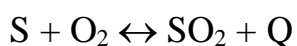
Сульфатна кислота належить до класу сильних кислот. Вона зручна у використанні, не димить, не має запаху, у концентрованому вигляді не руйнує чорні метали. Цими позитивними якостями сульфатної кислоти і пояснюється її широке застосування. Вона використовується у виробництві найрізноманітніших речовин: мінеральних солей, добрив, інших кислот, органічних сполук, барвників, димоутворюючих, вибухових речовин та ін.

За кількістю сульфатної кислоти, що виробляється на душу населення, судять про ступінь розвитку хімічної промисловості країни. Більші масштаби виробництва забезпечуються завдяки впровадженню більш ефективних заходів, що забезпечують поліпшення техніко-економічних показників: підвищення одиничної потужності апаратів, застосування системи подвійного контактування і подвійної абсорбції (ПКПА) та ін.

В ХТС виробництва сульфатної кислоти контактним методом можна виділити три стадії:

1. отримання та очистка двоокису сірки шляхом спалювання сірки в печі (сірчистого газу);
2. окиснення двоокису сірки до триокису сірки (сірчаного ангідриду сірки) у присутності каталізатора в контактному апараті;
3. абсорбцію триокису сірки з утворенням сульфатної кислоти.

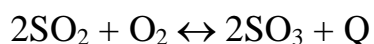
Перша стадія процесу здійснюється шляхом спалювання сірки або іншої сировини, що містить сірку (сірчаного та вуглистоного колчедану, руд кольорових металів, сірководню). Процес окиснення – простий, зворотний, гетерогенно-каталітичний, екзотермічний, протікає зі зменшенням об'єму.



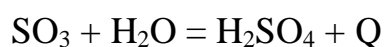
									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ

Друга стадія – реакція окиснення двоокису сірки зворотна і утворення SO₃ супроводжується виділенням теплоти, вихід сірчаного ангідриду (або ступінь перетворення двоокису сірки) з підвищенням температури зменшується.



Третя стадія - абсорбція сірчаного ангідриду Поглинання SO₃ концентрованою сульфатною кислотою є останньою стадією виробництва сульфатної кислоти. В процесі абсорбції SO₃ розчином сульфатної кислоти протікає екзотермічна хімічна реакція:



Найбільшу абсорбційну здатність по відношенню до SO₃ має 98,3%-на кислота. Над більш розбавленою кислотою зростає тиск парів води. Частина сірчаного ангідриду з'єднується з цими парами, утворюючи пару сульфатної кислоти, яка при охолодженні конденсується в об'ємі з утворенням важко вловлюваного сульфатнокислого туману [1].

У даній роботі розглянуто технологію отримання сульфатної кислоти. Витрати на 1 тону сульфатної кислоти становлять 0,34 т сірки, 70 м³ води. Для дослідження ефективності обраної ХТС виконано її аналіз та проведений розрахунок матеріальних балансів в спеціалізованій моделюючій програмі.

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 Технологічна схема процесу виробництва сульфатної кислоти методом подвійного контактування та подвійної абсорбції

1.1 Опис основної хімічної реакції

Сировиною для виробництва сірчаної кислоти є елементарна сірка яку отримують в величезних кількостях на нафто- та газопереробних заводах, з сірководню, за допомогою процесу, який відомий як процес Клауса. Потім сірку окислюють до діоксиду сірки:



Для подальшого виробництва необхідний сірчаний ангідрид. При низьких температурах реакція проходить повільно, оскільки вимагає порівняно рідкісних в газовій фазі потрібних зіткнень, а при високих рівновага зміщена в бік розкладу сірчаного ангідриду. Тому для проведення цієї реакції потрібні каталізатори. На ранніх порах використовували платину, пізніше перейшли на ванадієвий ангідрид V_2O_5 або ванадати лужних металів KVO_3 . Як каталізатор згадується Fe_2O_3 з домішкою CuO утворені в результаті випалювання сульфідної руди (температура каталізу нижча за температуру відпалу, тому каталізатор існуватиме в формі суміші сульфатів).



Триоксид сірки не розбавляється у воді відразу, через занадто бурхливу початкову реакцію в контакт з водою утворюється плівка туману сульфатної кислоти, що перешкоджає подальшій реакції. Спочатку його вводять у концентровану сірчану кислоту, цей розчин називають — олеумом. Потім олеум розчиняють у воді до утворення сірчаної кислоти [2].

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ

1.3 Опис технологічної схеми процесу виробництва сульфатної кислоти

На рисунку 1.1 наведено технологічну схему виробництва сульфатної кислоти методом подвійного контактування та подвійної абсорбції з природної або газової сірки, що не містить каталітичних отрут (сполук арсену, хлору тощо).

Розтоплену і відфільтровану від мінеральних і бітумінозних домішок сірку спалюють в атмосфері попередньо висушеного повітря в печі 1. Отриманий пічний газ з масовою часткою $SO_2 \sim 10\%$ і температурою $\sim 1000^\circ C$ охолоджують у котлі-утилізаторі 2 до $420...440^\circ C$ і подають у п'ятишаровий контактний апарат 3. У першому шарі каталізатора ступінь окиснення дорівнює $68,6\%$, а температура зростає до $586^\circ C$. Газ після першого шару охолоджують у виносному теплообміннику 4 до температури $482^\circ C$ і подають в другий шар, де ступінь окиснення досягає $87,5\%$, а температура - $522^\circ C$. Як і в попередньому випадку, газ охолоджують у виносному теплообміннику 4 до $450^\circ C$ і подають у третій шар каталізатора. Там ступінь контактування досягає $93...95\%$, а температура - $440^\circ C$. Після третього шару газ охолоджують у теплообміннику 4 до температури $\sim 100^\circ C$ і подають в абсорбер 6, у якому сірки (VI) оксид поглинають концентрованою ($98,3\%$ -ю) сульфатною кислотою практично повністю.

Після абсорбера 6 газову суміш із співвідношенням $O_2:SO_2 = 10:1$ нагрівають у теплообмінниках 4 до температури $436^\circ C$ і подають у четвертий шар каталізатора. Сірки (IV) оксид ($\sim 0,5\%$), який міститься у газовій суміші, окиснюється на $97,4\%$ і подається в п'ятий шар. Охолодження газової суміші перед п'ятим шаром здійснюють додаванням холодного повітря. Загальний ступінь окиснення після п'ятого шару є не меншим, ніж $99,5\%$. Після п'ятого шару газову суміш охолоджують у котлі-утилізаторі 10 і подають у моногідратний абсорбер 7 другого ступеня. Після абсорбції SO_3 відхідні гази викидають у атмосферу.

Абсорбцію сірки (VI) оксиду здійснюють у баштах з насадкою, яку

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ

зрошують 98,3 %-ю сульфатною кислотою. Для покращання абсорбції кислоту, яка надходить в абсорбери, охолоджують у змійовикових холодильниках 9 повітрям або водою до температури 60...70 °С. В абсорберах циркулює набагато більша кількість кислоти, ніж потрібна для зв'язування сірки (VI) оксиду. Її витрату розраховують за тепловим балансом. Невелику частку кислоти передають у сушильну башту 5, а з неї відбирають готову продукцію.

Повітря, яке необхідне для спалювання сірки, подають повітрянагнітачем 11, осушують сульфатною кислотою з концентрацією 94 % у сушильній башті 5, нагрівають у теплообмінниках 4 і подають у піч 1.

Потужним засобом підвищення продуктивності сульфатнокислотного виробництва є впровадження енерготехнологічних циклічних схем, у яких використовують технічний кисень, контактне окиснення здійснюють в апаратах киплячого шару, а газ після абсорбції повертають на контактування. Унаслідок цього загальний ступінь окиснення становить 99,995 %. Інтенсивність роботи циклічної системи, яка працює під тиском ~ 1МПа з використанням технічного кисню, у десятки разів перевищує інтенсивність звичайних систем.

Витратні коефіцієнти на 1 тону моногідрату приблизно становлять: сірки 0,34 т, електроенергії - 85 кВт·год, води - 70 м . Коефіцієнт використання сірки сягає 0,95 [2].

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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.
- TOWR Distillation Column - абсорбційна колона, використовуються для моделювання процесу абсорбції.

Результати розрахунків у середовищі ChemCad 7.1.2 приведені у додатку А. Як видно таблиці 2.10, матеріальний баланс реактора підрахований вірно, і використаний реактор задовольняє необхідній об'єм виробництва цільового продукту.

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу синтезу сульфатної кислоти пораховано правильно у середовищі ChemCad розрахований вірно.

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3 Автоматизований розрахунок моногідратного абсорбера першого ступеня

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити програмний модуль для комп'ютерного моделювання процесу абсорбції сульфатного ангідриду сульфатною кислотою.

Вихідними даними для розробки є:

Тип апарату	тарілчастий абсорбер (тарілки сітчасті)
Витрата газу	14600 кг/год (4,028 м ³ /с)
Температура газу	100 °С
Концентрація SO ₃ на вході	0.937

Результатами розрахунку є:

1. Кількість необхідних тарілок.
2. Профіль розподілу концентрації SO₃ по тарілках.
3. Конструктивні параметри абсорбера.

Для розробки програмного модуля було обрано мову програмування Java Scripts.

З розрахунків матеріальних балансів визначено початкові витрати реагентів на вході в абсорбер та концентрацію SO₃ в пічному газі:

Пічний газ – 14600 кг/год.

Концентрація SO₃ в пічному газі – 0,937.

Абсорбент – 11000 кг/год.

3.3 Математичне забезпечення обчислювального модуля

Моногідратний абсорбер першого порядку є один з основних апаратів, який впливає на якість кінцевого продукту. Тому доцільно проводити моделювання цього апарату для визначення його необхідних параметрів, які забезпечать максимальний вихід продукту.

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Механізм і робота абсорбера. Абсорбер – апарат у якому відбуваються абсорбційні процеси, саме через це вони повинні мати розвинену площу поверхні контакту газу та рідини. За способом утворення поверхні контакту, абсорбери можна розділити на:

1. поверхневі;
2. плівкові;
3. насадочні;
4. барботажні;
5. розпилюючі.

Схема абсорбера представлена на рисунку 3.1.

При дослідженні процесу абсорбції основним законом, який характеризує рівновагу в системі газ-рідина, є закон розчинності газів в рідинах, сформульований Генрі.

Згідно цього закону при певній температурі молярна маса газу в розчині пропорційна парціальному тиску над газом:

$$Y_p = NX \quad (3.1)$$

де Y_p – рівноважний тиск газу над рідиною, X – вміст газу в рідині, N – коефіцієнт пропорційності.

Рушійною силою абсорбції в будь якій точці по висоті є різниця між концентраціями компонента в газовому потоку Y і його рівноважною концентрацією Y_p :

$$\Delta Y = Y - Y_p \quad (3.2)$$

При моделюванні процесу абсорбції в тарілчастій колоні можна скористатись комірковою моделлю:

$$\left\{ \begin{array}{l} -Lx_i + Lx_{i+1} + K(x_i - y_{pi})S_T = 0 \\ Gy_{i-1} - Gx_y - K(y_i - y_{pi})S_T = 0 \\ y_{pi} = f(x_i) \end{array} \right. \quad (3.3)$$

											Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ						

В системі рівнянь (3.3) прийняті наступні позначення:

- компонент і абсорбент не взаємодіють між собою;
- гідродинаміка потоків описується комірковою моделлю, згідно з якою відбувається ідеальне перемішування в межах комірки і відсутнє перемішування між комірками;
- масові витрати і швидкості відповідних потоків постійні;
- процес абсорбції відбувається в ізотермічному режимі [5].

3.3.1 Конструктивний розрахунок абсорбера

Для конструктивного розрахунку приймемо наступні дані:

- кількість газу на вході – V , м³/с;
- початкова концентрація компонента в газі – y_n , мас%;
- кінцева концентрація компонента в газі – y_k , мас%;
- тиск абсорбції – P , кПа;
- температура абсорбції – t , °С;
- початкова концентрація компонента в абсорбенті – x_n , мас%.

Завдання: розрахувати тарілчастий абсорбер з сітчастими тарілками.

Визначити:

- діаметр абсорбера – D_k , м;
- висота колони – H_k , м
- гідравлічний опір – Δp , кПа.

Визначення кількості газу який поглинається:

$$G_{SO_2} = \frac{V \cdot y_n \cdot M_k \cdot \alpha}{22,4}, \quad (3.4)$$

де M_k – молярна маса компонента; α – коефіцієнт вилучення компонента.

Було проведено апроксимацію залежності рівноважної концентрації:

$$Y^* = \frac{2.72x}{0.12 - 1.33x}, \quad (3.5)$$

											Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ						

Розроблений програмний модуль складається з 2 процедур обробки подій. Призначення цих процедур наведено в таблиці 3.2.

Отже, в даному розділі описується характеристика елементів, що входять до складу програми, а саме основних процедур обробки даних та компонентів, що були використані. Даний програмний модуль можна використовувати для перевірного розрахунку будь-якого моногідратного абсорбера першого ступеня в якому проходить процес поглинання сірчаного ангідриду сульфатною кислотою.

3.5 Інструкція користувачу програмного продукту

Програмний модуль призначений для розрахунку параметрів моногідратного абсорбера першого ступеня та рішення математичної моделі тарілчастого абсорбера.

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

Наступне вікно містить поля для вводу даних, а саме витрати пічного газу, температура газу на вході та концентрацію SO_3 в пічному газі.

Для виконання розрахунків слід ввести початкові дані у відповідні поля та натиснути кнопку «Розрахувати». Після чого з'являються розраховані параметри.

Результати розрахунку виводиться під форму введення. Розрахувавши конструктивні параметри абсорбера, можна провести розрахунок математичної моделі та побудувати графік залежності концентрації SO_3 в газовій фазі по тарілках та в рідкій фазі (рисунок 3.4).

Отже, за результатами розробленого програмного модуля було визначено конструктивні характеристики та розраховано математичну модель тарілчастого абсорбера.

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4 Автоматизація технологічної схеми процесу синтезу сульфатної кислоти

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Технологічний процес в промисловості нерозривно 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 виробництва сульфатної кислоти полягає в отриманні цільового продукту – сульфатної кислоти заданої концентрації шляхом спалювання сірки, окиснення SO_2 до SO_3 та подальшим поглинанням SO_3 сульфатною кислотою. Аналіз технологічної схеми показав, що найбільше впливає на якість цільового продукту температура в теплообмінних апаратах. Температура напряму впливає на ступінь перетворення в контактному апараті. Необхідно встановити витратоміри у всіх потоках для відслідковування руху речовини та аналізу якості процесу.

Також є необхідність контролювати параметри, які можуть спричинити аварійну ситуацію. 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, утворювати астму, важкі хімічні опіки, смерть, тому концентрації даних компонентів потрібно контролювати та у разі перевищенні параметрів видавати звуковий і світловий сигнал.

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

											ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата								

регулятор марки ТРМ10 (поз. 21-3, 33-3, 43-3), який видає регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЭО-40 (поз. 21-4, 33-4, 43-4), який змінює витрату сульфатної кислоти для підтримання максимальної продуктивності абсорберів.

4.2.3 Сигналізація концентрації шкідливих речовин в приміщенні

Для попередження аварійних ситуацій на виробництві використано контури контролю концентрацій оксидів сірки (SO_2 , SO_3) в повітрі 41 і 42 відповідно.

В контурі 41 для аварійної сигналізації при виявленні SO_2 в повітрі в цеху встановлений хемілюмінесцентний аналізатор SO_2 в (С-310А) (поз. 40-1) з датчиком, принцип роботи якого – гетерогенна хемілюмінесценцію, що кріпиться до стіни цеху. При перевищенні об'ємної концентрації SO_2 у цеху спрацьовує аварійна світлова і звукова сигналізація. Максимальний час встановлення показань - 35с, межа спрацювання $0,1 \text{ мг/м}^3$.

В контурі 42 для аварійної сигналізації при виявленні SO_3 в повітрі в цеху встановлений стаціонарний газоаналізатор КГА-8ЕС (поз. 41-1). При перевищенні об'ємної концентрації SO_3 у цеху спрацьовує аварійна світлова і звукова сигналізація. Максимальний час встановлення показань - 30 с, межа спрацювання 0,007%.

Для сигналізації верхньої межі тиску використовуються індикаторні лампи марки УПС 1 (поз. НЛ3, НЛ4).

4.2.4 Контроль якості продукту

Для контролю якості в контурі 42 використовується концентратомір Valmet 4338 Pt1000 (поз. 42-1) з температурою вимірюваного середовища від -0 до $110 \text{ }^\circ\text{C}$, прилад містить вбудований первинний перетворювач у вих. сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з витратоміру передається на показуючий ПІД – регулятор марки ТРМ10 (поз. 42-3), який відображає концентрацію кислоти.

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ					

5.3. 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), технолог (1), електрик (1), менеджер з постачання (1), завідуючий складом (1), бухгалтер (1), економіст (1), системний адміністратор (1).

Отже, явочна кількість адміністративно-управлінського персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 10 \quad (5.1)$$

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.

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

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

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

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:

$$Ч_{сп} = 15 * 5 + 10 = 85 \text{ осіб.} \quad (5.5)$$

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.

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.

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{прац}^{факт} = \frac{365}{T_{зм}^{об}} (T_{зм}^{об} - T_{вих}) * t_{зм} = \frac{365}{7} (7 - 2) * 8 = 2085 \text{ год} \quad (5.12)$$

Перепрацювання робітника за рік:

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ

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:

$$O63 = 1\,751\,457\,424,76 + 2\,500\,000 + 500\,000 + 876\,180 + 10\,145\,520 + 1\,431\,597,744 = 1\,766\,910\,722,5 \text{ грн./рік} \quad (5.17)$$

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

До основних фондів належать:

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

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

$$A = \frac{\text{Фпп+К+Р-Л}}{\text{Тексп}} \quad (5.18)$$

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ

де A – амортизація, грн/рік; $\Phi_{пп}$ – повна початкова вартість, грн; K – витрати на капітальні ремонти, грн; P – витрати на поточні ремонти, грн; L – ліквідаційна вартість, грн; $T_{експ}$ – плановий період експлуатації, років.

5.6. Розрахунок техніко-економічних показників

Всі показники були зведені в таблицю 5.7.

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

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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

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.

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.

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 представлене 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]:31200

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

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ					

де, $E = 50$ лк - нормована освітленість; $S_{п} = 400 \text{ м}^2$ - 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.

Вибираємо 20 люмінесцентних ламп типу ЛБ-40 зі світловим потоком рівним 3200 лк.

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 $I_{л} = 6 \text{ мА}$, $U_{дот} = 36 \text{ В}$; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{л} = 0,3 \text{ мА}$, $U_{дот} = 2 \text{ В}$.

										Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ

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

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi} \times 10^3}{R_{\text{л}} + R_{\text{о}}}, \text{ мА};$$

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

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

Напруга дотику розраховується за формулою:

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

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.

6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.

В проєктованому 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 проєктуються та- ким

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ				

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 удушенню, 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.

6.2 Пожежна безпека

Можливість поширення пожежі в будинках 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.

									Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ				

У будівлі передбачається три евакуаційні виходи, відстанню від робочого місця до евакуаційного виходу з приміщення 25 м, при щільності людського потоку від 1 до 3 чол/м²; 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 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті було розглянуто процес отримання сульфатної кислоти методом подвійного контактування та подвійної абсорбції.

Було вирішено наступні задачі:

1. проаналізовано технологічні особливості виробничого процесу синтезу сульфатної кислоти;
2. розраховано матеріальний баланс схеми процесу в програмі симуляторі ChemCad 7.2.1;
3. відповідно до технічного завдання розроблено обчислювальний модуль для розрахунку основних конструктивних параметрів абсорбера та обчислення його математичної моделі на мові програмування Java Script;
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 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		43

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до лабораторної роботи “Виробництво сульфатної кислоти контактним методом” з дисципліни “Загальна хімічна технологія” призначені для студентів університету всіх спеціальностей денної форми навчання [Текст] / Укл.: А.Г. Рудницький, І.В. Скар, В.А. Мізін. Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2013. – 22 с.
2. Глосарій термінів з хімії [Текст] / Й. Опейда, О. Швайка. Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет. — Донецьк: Вебер, 2008. — 758 с. — ISBN 978-966-335-206-0.
3. Бугаєва Л. М. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів [Текст] : навч. Посіб. / Л. М. Бугаєва, Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха. – Київ, 2014. – 132 с.
4. Яворський В. Т. Загальна хімічна технологія : підручник [Текст] / В. Т. Яворський, Т. В. Перекупко, З. О. Знак, Л. В. Савчук. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. - 552 с.
5. Коллектив авторов, под ред. проф. К. М. Малина. Справочник сернокислотчика. Издание 2-е, дополненное и переработанное. — М.: Издательство «Химия», 1971 г. — 741 с.
6. Математичне моделювання та оптимізація об’єктів хімічної технології: метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для студ. Напрямку підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» [Електронний ресурс] / [уклад. Бойко Т. В., Фоглер О.М., Абрамова А.О.]. – К: 2014. – 162 с. Систем. вимоги: Pentium; 256 Mb RAM; Windows 2000, XP, Vista; MS Word 97-200 – Назва з екрану
7. Справочник химика-технолога. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_reshchety_chast_II/5051

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

8. Кафаров В.В., Глебов М.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: Учебное пособие для вузов. [Текст]. – М.: Высшая школа, 1991. – 400с.
9. Кафаров В.В., Математическое моделирование основных процессов химических производств [Текст] / В. В. Кафаров, М. В. Глебов : Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 400с.
- 10.Официальный сайт «ВАТ ОВЕН» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.owen.ru/> - Название с экрана.
11. Официальный сайт «РИЗУР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rizur.ru/>- Название с экрана.
12. Сайт промислових товарів [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://prom.ua/> - Назва з екрану.
13. Офіційний сайт ООО «Оптима-Комплекс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.optima.zp.ua/> - Назва з екрану.
14. Официальный сайт ПО «Электроприбор» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elpribor.ru/>- Название с экрана.
15. Официальный сайт ВАТ «Кашинский завод электроаппаратуры» [Электронный ресурс] – Режим доступа: kzeap.ru/- Название с экрана.
16. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст]: ДСН 3.3.6.037-99 - № 37; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
17. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [Текст]: ДСН 3.3.6.039.99 - № 39; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.

					ДП ХА 4106 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		45

