

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та
косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ О.В. Кочубей-Литвиненко
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Т.Т.Носенко
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія

на тему: Удосконалення технології виробництва сульфату алюмінію Е 520

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 15 Ніколаєнко Богдана Миколаївна
(прізвище та ініціали)

Керівник к.х.н., доцент Бойчук Тетяна Михайлівна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти Житнецький І.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Макаренко О.Г. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь **бакалавр**

Спеціальність **161 Хімічні технології та інженерія**

(код і назва)

Освітньо-професійна програма **Хімічна технологія**

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри **Носенко Т.Т.**

“ ” 20 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ніколаєнко Богдани Миколаївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Удосконалення технології виробництва сульфату алюмінію Е 520**

керівник роботи **Бойчук Тетяна Михайлівна, к.х.н., доцент**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16”березня 2020 р.№ 231 КС

2. Строк подання здобувачем роботи **02 червня 2020 р.**

3. Вихідні дані до роботи **продуктивність 1000 кг/добу**

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; Розділ І. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ ІІ. Технологічна частина; Розділ ІІІ. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ ІV. Організація контролю якості продукції; Розділ V. Екологічна частина та охорона праці; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Креслення апарату (загальний вигляд), формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	06.05.2020р.	01.06.2020р.

7. Дата видачі завдання 05.05.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	05.05.2020р.	
2	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	06.05-11.05.2020р.	
3	Технологічна частина. Розрахунок матеріального балансу отримання гуміарабіку.	12.05-25.05.2020р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	26.05-27.05.2020р.	
5	Організація контролю якості продукції	28.05.2020р.	
6	Екологічна частина та охорона праці	29.05.2020р.	
7	Висновки	01.06.2020р.	
8	Список використаної літератури. Реферат	15.05-25.05.2020р.	
9	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	12.05-19.05.2020р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	20.05-27.05.2020р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	28.05-01.06.2020р.	
12	Передзахист, перевірка на академплагіат, рецензування ДП	03.06.2020р.-15.06.2020р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Ніколаєнко Б.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бойчук Т.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 76 С., 3 РИС., 13 ТАБЛ., 26 ДЖЕРЕЛ.

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення технології виробництва сульфату алюмінію (Е 520).

Розглянуто технології отримання сульфату алюмінію та запропоновано шляхи удосконалення технології виробництва.

Удосконалено принципово-технологічну схему технології отримання сульфату алюмінію.

Розраховано матеріальний баланс. Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу. Наданий розрахунок реактора з рамною мішалкою: діаметр мішалки 0,8 м; висота корпусу 1,5 м; потужність електродвигуна 0,7 кВт.

Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання удосконалено апаратурно-технологічну схему виробництва сульфату алюмінію.

Розраховано техніко-економічну ефективність технології виробництва сульфату алюмінію та показано, що рентабельність такого виробництва складає 7,6 %, а собівартість кілограму сульфату алюмінію 27,7 грн.

Запропоновано заходи з організації контролю якості сульфату алюмінію відповідно до нормативних документів. Запропоновані заходи з охорони праці на виробництві сульфату алюмінію та заходи з охорони довкілля та обґрунтовано екологічну безпеку запропонованої технології.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СУЛЬФАТ АЛЮМІНІЮ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, УДОСКОНАЛЕННЯ, ОТРИМАННЯ, ОЧИЩЕННЯ, АПАРАТ, ХАРЧОВА ДОБАВКА.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 76 P., 3 RIS, 13 TABLE, 26 SOURCE.

The topic of the bachelor's qualification work is the improvement of aluminum sulfate production technology (E 520).

Technologies for producing aluminum sulfate are considered and ways to improve production technology are proposed.

The basic technological scheme of aluminum sulfate production technology has been improved.

The material balance is calculated. The selection of the main technological equipment at all stages of the technological process is carried out. The calculation of the reactor with a frame stirrer is given: the diameter of the stirrer is 0,74 m; hull height 1,5 m; motor power 0,7 kW.

In accordance with the calculated data of the material balance and the selection of equipment, the hardware and technological scheme of aluminum sulfate production has been improved.

The technical and economic efficiency of the technology of production of aluminum sulfate is calculated and it is shown that the profitability of such production is 7,6 %, and the cost of a kilogram of aluminum sulfate is 27,7 UAH.

Measures for the organization of quality control of aluminum sulfate in accordance with regulations are proposed. Measures for labor protection in the production of aluminum sulfate and measures for environmental protection are proposed and the ecological safety of the proposed technology is substantiated.

KEYWORDS: ALUMINUM SULFATE, TECHNOLOGICAL SCHEME, IMPROVEMENT, RECEIPT, CLEANING, APPARATUS, FOOD ADDITIVE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ... 7	7
1.1. Сульфат алюмінію, як харчова добавка Е 520	7
1.2. Фізико-хімічні властивості.....	11
1.3. Застосування та вплив на організм людини	12
1.4. Основні способи отримання сульфату алюмінію	14
1.5. Удосконалення технології виробництва сульфату алюмінію.....	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19
2.1. Характеристика вихідної сировини.....	19
2.2. Опис технології виробництва	21
2.3. Розрахунок матеріального балансу	25
2.4. Розрахунок теплового балансу	34
2.5. Підбір основного технологічного обладнання	37
2.6. Розрахунок реактора з рамною мішалкою	39
2.7. Опис апаратурно-технологічної схеми процесу	42
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	48
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	55
4.1. Технічні вимоги до якості сульфату алюмінію.....	57
4.2. Методи аналізу якості.....	58
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.003.ДП.ПЗ</i>						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЗМІСТ</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>							<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>							3	76	
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>							<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>									

5.1. Характеристика відходів при виробництві сульфату алюмінію	64
5.2. Охорона праці на підприємстві	65
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73

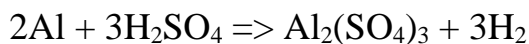
					<i>ЗМІСТ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

ВСТУП

Харчова добавка Е 520 – ущільнювач, коагулянт, засіб для зняття шкірки з плодів. Сульфат алюмінію – неорганічна речовина, являє собою кристалічну сіль білого, сірого, блакитного або рожевого кольору, або кристалічний порошок без певного кольору. Не має вираженого запаху, на смак солодкуватий, терпкий. Хімічна формула $Al_2(SO_4)_3$.

Сульфат алюмінію добре розчиняється в воді, не розчиняється в етанолі. При температурі, більш $770\text{ }^{\circ}C$ починає розкладатися на Al_2O_3 і SO_3 .

Технічний сульфат алюмінію можна отримати, обробляючи сірчаною кислотою природні мінерали: боксит, алуніт або глину, багату каолинитом, а чистий продукт - розчиняючи гідроксид алюмінію $Al(OH)_3$ в сірчаної кислоті H_2SO_4 . Також сульфат алюмінію отримують при взаємодії алюмінію з сірчаною кислотою [4]:



Отримання сульфату алюмінію шляхом взаємодії гідроксиду алюмінію з сульфатною кислотою є найбільш доцільним способом виробництва даної добавки Е 520 і тому удосконалення цієї технології є **актуальним завданням**.

Мета роботи – є удосконалення виробництва сульфату алюмінію для отримання високо чистої харчової добавки Е 520.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва сульфату алюмінію.

Предмет дослідження – сульфат алюмінію, харчова добавка Е 520.

					<i>ННХТ.ХТ-4-15.020.161.005.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					5	76
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Завдання на виконання роботи:

- проаналізувати науково-технічну літературу, що наведена для сульфату алюмінію, як харчової добавки Е 520, а саме її фізико-хімічні властивості, застосування в різних галузях промисловості та вплив на організм людини;
- розробити удосконалену технологію отримання сульфату алюмінію;
- розрахувати матеріальний баланс, тепловий баланс та економічну ефективність виробництва добавки;
- виконати підбір технологічного обладнання;
- зробити розрахунки обраного апарату;
- проаналізувати вплив виробництва на навколишнє середовище.

Апробація результатів: Богдана Ніколаєнко. Харчова добавка Е 520: властивості та застосування / Богдана Ніколаєнко, Тетяна Бойчук // 86 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів, студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем людства у ХХІ столітті» - Київ, 2020. – (НУХТ). – (2). – С. 277

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сульфат алюмінію, як харчова добавка E 520

Харчові добавки - хімічні або природні речовини, що не застосовуються в чистому вигляді як харчовий продукт або типовий інгредієнт їжі, але які навмисно вводяться в харчовий продукт при його обробці, переробці, зберіганні або транспортуванні (незалежно від живильної цінності) як додатковий компонент, який прямо або непрямо впливає на характеристики харчового продукту [1].

Основними цілями запровадження харчових добавок є:

- вдосконалення технології підготовки, переробки харчової сировини, виготовлення, фасування, транспортування і зберігання продуктів харчування;
- збільшення стійкості продуктів до різних видів псування;
- створення і збереження структури харчових продуктів;
- збереження або зміна органолептичних властивостей і зовнішнього вигляду продуктів.

При цьому харчові добавки не повинні маскувати наслідки використання зіпсованої сировини, проведення технологічних операцій в антисанітарних умовах і порушення технологічної дисципліни.

Застосування харчових добавок має довгу історію, яка налічує кілька тисячоліть. Ще в доісторичні часи люди використовували поварену сіль і коптільний дим, стародавні єгиптяни застосовували при приготуванні їжі оцет і мед, стародавні римляни стабілізували вина сірчистим ангідридом [2].

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.019.161.007.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>			<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					<i>7</i>	<i>76</i>
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

У XIV ст. в Європі почали застосовувати селітру для засолювання м'яса та риби, винайшли інші способи консервування. Разом з тим протягом багатьох століть ця сторона людської діяльності практично не розвивалась, що приводило до величезної втрати продуктів, зниженню їх харчової та споживчої цінності.

Широке використання харчових добавок почалося в XIX ст. З виникненням великих міст, розвитком сільського господарства та харчових виробництв, загострились проблеми зберігання та безпеки продуктів харчування. Для вирішення цих проблем у продукти харчування почали добавляти різні речовини хімічної та біологічної природи, які перешкоджали розвитку мікроорганізмів [3].

Проте тільки в другій половині XX ст. добавки стали широко використовуватися в харчовій промисловості як найважливіші харчові мікроінгредієнти. В даний час число харчових добавок, що застосовуються у виробництві харчових продуктів в різних країнах, досягає 500, не рахуючи комбінованих добавок, окремих запашних речовин і ароматизаторів.

Можна виділити кілька основних причин широкого використання харчових добавок виробниками продуктів харчування:

- розвиток торгівлі, що приводить до необхідності перевезення продуктів харчування (в тому числі швидкопсувних і швидкочерствіючих) на великі відстані;
- постійно підвищуються вимоги сучасного споживача до якості та асортименту продуктів харчування при збереженні невисокої вартості;
- створення нових видів їжі, що відповідає сучасним вимогам науки про харчування (низькокалорійні продукти, імітатори м'ясних, молочних і рибних продуктів);
- вдосконалення технології отримання традиційних і нових продуктів харчування.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Нешкідливість харчових добавок забезпечується шляхом проведення обов'язкових широких досліджень, до того як JECFA або SCF проведуть оцінку нової харчової добавки і, можливо, включать її в список дозволених харчових добавок. Крім того, проводиться періодичний перегляд схвалених раніше харчових добавок у міру надходження про них нової інформації і вдосконалення методів проведення перевірки їх нешкідливості.

Важливою проблемою при гігієнічній регламентації харчових добавок в продуктах харчування є комбінаційна токсикологія і можливі взаємодії між різними добавками. Популярність сумішей харчових добавок робить цю проблему особливо важливою.

Проведені міжнародними організаціями дослідження показують, що харчові добавки, що застосовуються навіть для вирішення одних і тих же завдань, характеризуються відмінностями хімічних структур, метаболічних шляхів в організмі і біологічної дії. Використання показника ДСП забезпечує споживання кожної добавки в умовах, коли вона не зможе викликати будь-якого небажаного ефекту. Взаємодія між добавками має місце тільки в тих випадках, коли хімічні речовини виявляють один і той же механізм дії на організм і їх комбіноване споживання перевищує ДСП (після поправки на відмінність в силі дії). Виходячи з цього небажані ефекти в результаті взаємодії між харчовими добавками малоймовірні, що підтверджується результатами моніторингу властивостей дозволених харчових добавок.

Класифікація харчових добавок:

1. Речовини, що регулюють аромат і смак харчових продуктів (ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату, підсолоджувачі, замінники солі і цукру, кислоти, підкислювачі) або поліпшують колір харчових продуктів (барвники, стабілізатори забарвлення, відбілювачі);

2. Речовини, що регулюють консистенцію і формують текстуру продуктів (загущувачі, гелеутворювачі, піноутворювачі, емульгатори, наповнювачі і т.д.);

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Речовини, що підвищують збереження продуктів харчування і збільшують терміни їх зберігання (консерванти, захисні гази, антиокислювачі та їх синергісти, ущільнювачі, вологоутримуючі агенти, антизлежуючі агенти, плівкоутворювачі, стабілізатори).

4. Речовини, що полегшують і прискорюють перебіг технологічних процесів (ферментні препарати, розпушувачі, пропеленти, екстрагенти, освітлювачі, осушувачі, піногасники, хлібопекарські поліпшувачі і т.д.).

Багато харчових добавок мають комплексні технологічні функції, які проявляються в залежності від особливостей харчової системи. Наприклад, фосфат натрію в різних харчових системах може проявляти властивості регулятора кислотності, емульгує солі, стабілізатора, вологоутримуючого агента, фіксатора забарвлення або синергіста та антиоксидантів. Діоксид сірки одночасно проявляє властивості консерванту, антиоксиданту, відбілювача і стабілізатора забарвлення.

Вище наведена класифікація заснована на технологічних функціях харчових добавок, до яких не відносять з'єднання, що підвищують харчову цінність продуктів харчування, наприклад вітаміни, мікроелементи, амінокислоти [2].

Обрана харчова добавка Е 520 сульфат алюмінію відноситься до стабілізаторів, а саме до ущільнювачів (отверджувачів).

Стабілізатори поліпшують ступінь гомогенізації харчової системи стабілізації, що складається з двох або більше не змішуваних речовин. Суміжні технологічні функції стабілізаторів виконують багато загусників, гелеутворювачів, ущільнювачів, вологоутримуючих агентів, стабілізаторів піни.

Ущільнювачі (отверджувачі) - речовини, що ущільнюють тканини рослин або тварин. Застосовуються головним чином при консервуванні харчової продукції, коли необхідно надати тканинам стійкість до різних технологічних

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

режимів переробки (бланшування, стерилізація, пастеризація, сушка, заморожування і ін.) [1].

Сульфат алюмінію – неорганічна речовина, являє собою кристалічну сіль або кристалічний порошок без певного кольору. Хімічна формула $Al_2(SO_4)_3$. Зустрічається у вигляді кристалогідратів $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$, де $n=14-18$ [8].

1.2. Фізико-хімічні властивості

Фізико-хімічні властивості сульфату алюмінію:

- агрегатний стан речовини твердий - у вигляді порошку, в якому трапляються кристали і пластинки різного розміру;
- колірна палітра речовини різноманітна. У харчовій промисловості можуть використовувати порошок рожевого, сірого, блакитного відтінків. Але найпоширеніший варіант для харчової промисловості - білий порошок;
- речовина здатна формувати кристалогідрати з різною кількістю води. При цьому формула отриманої речовини виглядає так: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. У такому вигляді речовина має форму безбарвних кристалів. При нагріванні втрачає воду не плавлячись, при прожарюванні розпадається на Al_2O_3 і SO_3
Густина кристалів - $1,690 \text{ г / см}^3$;
- густина сульфату алюмінію - $2,710 \text{ г / см}^3$;
- особливість молекули сульфату алюмінію в наявності орторомбічної решітки;
- речовина гігроскопічна (здатна вбирати з повітря водянні пари);
- при кімнатній температурі сульфат алюмінію виявляє властивості стабілізатора;
- питома теплоємність при постійному тиску - $259,6 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{К)}$;
- речовина відрізняється низькою розчинністю в спиртах;
- розчинити алюміній сірчаноокислий в етанолі неможливо;
- розчинність в воді хороша;

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- при нагріванні харчова добавка E520 починає втрачати воду, але процес плавлення не починається;
- розкладання речовини відбувається при температурі вище 580 °С. При цьому утворюються γ -модифікація окису алюмінію і сірчаний ангідрид;
- яскраво виражений запах у сульфату алюмінію відсутній;
- смак харчової добавки солодкувато-терпкий.

1.3. Застосування та вплив на організм людини

У харчовій промисловості сульфат алюмінію застосовують для:

1) збереження презентабельного зовнішнього вигляду риби, морепродуктів і рибних субпродуктів. Завдяки харчовій добавці E520 продукти зберігають форму і колір навіть при повторному заморожуванню, а також стійкі до механічних пошкоджень. Останнє важливо при транспортуванні продуктів. Тому виробники часто вдаються до допомоги алюмінію сірчаноокислого, якщо потрібно доставити сорти риби високої ціни (тунець, лосось) і морепродукти з однієї точки в іншу;

2) запобігання розпаду волокон при обробці овочів і фруктів. Завдяки сульфату алюмінію на поверхні продуктів утворюється тонкий захисний шар, що оберігає від механічного впливу і від впливу патогенної мікрофлори;

3) утворення апетитної глазури на фруктових десертах. Один з найпопулярніших продуктів, при виробництві використовується харчова добавка E520, журавлина в цукровій глазури;

4) збагачення тіста киснем, надання випічці м'якості. Ця функція використовується виробниками харчових продуктів рідше, ніж попередні.

Але до неї все ж вдаються, якщо доступ до інших харчових добавок в силу різних причин обмежений. Сульфат алюмінію, з одного боку, запобігає розвитку і поширенню в тісті патогенної мікрофлори. Ось чому випічка та кондитерські

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

виробів менше черствіють і пліснявіють. З іншого боку, продукти з борошна виходять більш пухкими;

5) з'єднання компонентів продуктів з різною текстурою. Ця функція, як і попередня, використовується виробниками рідко.

Вплив на організм людини

В обмежених кількостях, сульфат алюмінію не є небезпечною для людини речовиною. Але при передозуванні харчової добавки E 520, можуть виникнути негативні наслідки у вигляді численних порушень в роботі центральної нервової системи, вона може спровокувати розвиток анемії, хвороб Паркінсона й Альцгеймера, короткострокову втрату пам'яті, слабоумство. Надмірне вживання сульфату алюмінію істотно погіршує засвоюваність вітамінів, знижує функцію печінки і може викликати індивідуальну непереносимість у вигляді алергічних реакцій. За ступенем впливу на організм людини E 520 відноситься до речовин 3-го класу небезпеки. При надходженні в організм пилу сульфату алюмінію (на виробництві), через органи дихання, може викликати подразнення верхніх дихальних шляхів. Завдяки вкрай невеликому вмісту в складі готової продукції, харчова добавка E 520 не робить ніякого мутагенного, канцерогенного впливу на організм людини.

Вживання продуктів, які містять цю добавку повинно строго контролюватися. Максимальний рівень вмісту її в продуктах: яєчний білок – 30 мг/кг; глазуровані в цукрі, кристалізовані та зацукровані фрукти та овочі – 200 мг/кг. Добавка внесена в список дозволених [5, 24].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Основні способи отримання сульфату алюмінію

Класифікація за способом отримання сульфату алюмінію:

- вид сировини;
- режим технологічного процесу;
- якість одержуваного продукту.

Даний вид класифікації можна розглянути на таких прикладах отримання сульфату алюмінію:

1) Отримання коагулянту з глини і каоліну методом спікання

При варінні неочищеного сірчаноокислого алюмінію або коагулянту з сирової глини в ряді випадків отримують порівняно низькі виходи Al_2O_3 і низький вміст Al_2O_3 в продукті при підвищеній його кислотності, що пов'язано з вмістом у глинах польвошпатових порід. У цьому відношенні великими перевагами володіє спосіб отримання коагулянту з сирих глини спіканням із сірчаною кислотою, що дає можливість отримувати коагулянт з більш високим вмістом Al_2O_3 і найкращим виходом його, що не містить вільної кислоти.

За цим способом сиру глину змішують з 75% H_2SO_4 , взятої в кількості від 50 до 70% мас. від того, що потрібно для зв'язування в сірчаноокислої солі Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O . Змішування проводять в глином'ялках або в апаратах шнекового типу. Потім суміш прожарюють протягом 2-5 год в подових або обертових печах при 300 - 500 °С. Виходить розсипчастий продукт, що містить до 15% мас. R_2O_3 . На 1 т такого продукту витрачають: близько 1 т низькосортної сирової глини (містить 20% мас. Al_2O_3 і 12% мас. Fe_2O_3) і 0,48 т сірчаної кислоти (100%).

Крім того, що метод спікання дозволяє отримувати коагулянт з необпаленої низькосортної глини, він має й інші переваги в порівнянні з методом варіння коагулянту з глини. До них відносяться можливість легкого здійснення процесу безперервним способом в шнеку або обертовій печі,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отримання розсіпчастого продукту і можливість отримувати продукт з будь-якої вільної кислотністю, аж до відсутності кислотності, що має велике значення для ряду споживачів, наприклад для паперової промисловості. Отриманий у такий спосіб з каоліну або білих глин неочищений коагулянт, який не містить вільної сірчаної кислоти, придатний для часткової заміни в паперовій промисловості більш дорогого очищеного сірчаноокислого алюмінію.

Спiк, виготовлений описаним вище способом, можна піддати вилуговуванню; після фільтрування виходить порівняно чистий розчин сульфату алюмінію, що містить лише невелику кількість сполук заліза і сульфатів лужних металів. Внаслідок термічної дисоціації $Fe_2(SO_4)_3$ в печі основна маса заліза у вигляді окису заліза переходить в шлам разом з кремнеземом і відділяється при фільтруванні.

2) Отримання неочищеного сульфату алюмінію із каоліну та нефелінового борошна

Суть методу полягає в майже повному розкладанні сирого природного каоліну надмірною кількістю сірчаної кислоти протягом короткого часу і нейтралізації надлишку кислоти нефеліновим борошном. Процес можна описати рівняннями:



Підвищення температури реагуючої маси за рахунок взаємодії кислоти з водою каоліну і водою, яка додається, також сприяє більш швидкому і повному розкладанню каоліну. Утворені при розкладанні нефеліну галуни надають продукту здатність утворювати щільну міцну масу. Швидкість захоплення і міцність маси тим більше, чим більше надлишок кислоти і відповідний витрата нефелінового борошна на її нейтралізацію. Ступінь вилучення глинозему в розчин з сирого каоліну залежить від сорту глини, концентрації і норми кислоти.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обробка каоліну подвійною нормою кислоти (по відношенню до стехіометричної) протягом 2 год при 105 - 120 °С переводить в розчин близько 85% мас. вихідного глинозему. При використанні концентрованої кислоти реакція сповільнюється внаслідок утворення на зернах корок важкорозчинного безводного сульфату алюмінію або кислих сульфатів і збільшення опору дифузії.

Процес може бути також здійснено шляхом подачі купоросного масла в водну суспензію каоліну (Р: Т = 3: 2).

При отриманні неочищеного сульфату алюмінію з каоліну і нефелінового борошна у варильний котел - сталевий циліндр з діабазовою футеровкою, забезпечений мішалкою, - завантажують воду і купоросне масло для розведення кислоти до 75-76% мас. H_2SO_4 . Потім завантажують каолін і проводять варіння маси протягом 15-35 хв при безперервному перемішуванні. Температуру 100-110 °С підтримують подачею в котел гострої пари. Після закінчення варіння масу, яка містить від 4,5 до 7,5% мас. Al_2O_3 і від 20 до 25% мас. вільної кислоти, розбавляють водою і вводять в котел протягом 15 хв окремими порціями (по 5-10 кг) нефеліну. Реакційну масу перемішують ще 2-3 хв, потім швидко, щоб уникнути схоплення, зливають на кристалізаційний стіл. Ступінь переходу Al_2O_3 в сірчаноокислий алюміній становить з каоліну від 65 до 75% мас., а з нефеліну близько 90% мас.

3) Отримання сірчаноокислого алюмінію з бокситу

Розкладання бокситу відбувається в сталевому реакторі, який футерований кислототривкими плитками або покритий склоподібною емаллю. У реактор спочатку завантажують H_2SO_4 93%, яку розбавляють слабкими розчинами від промивання шламу і нагрівають до кипіння. Боксит вводять в реактор періодично невеликими порціями, щоб уникнути рясного спінювання. Варіння здійснюють при $t \sim 135$ °С. Після закінчення варіння пульпа надходить у відстійники, де розчин відділяється від нерозчинних домішок.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Освітлений розчин або випарюють з одержанням твердого продукту, або використовують безпосередньо.

В останньому випадку, коли установка для отримання розчину сульфату алюмінію з'єднана з системою очистки води, тривалість реакції і обсяг реактора менше, ніж в разі отримання розчину при стехіометричному співвідношенні реагентів, призначеного для переробки в твердий продукт. При завантаженні в розчин бокситу, 93% H_2SO_4 і води приблизно в масовому співвідношенні 1: 2: 1 вже протягом трихвилинного перемішування маси без зовнішнього підігріву досягається ступінь вилучення Al_2O_3 92%.

4) Отримання очищеного сірчаноокислого алюмінію.

При виробництві очищеного сірчаноокислого алюмінію розчиненням в сірчаній кислоті гідроксиду алюмінію $Al_2(OH)_3$ (або оксиду алюмінію Al_2O_3) процес здійснюють наступним способом. У реакційний котел одночасно завантажують гідроксид алюмінію, сірчану кислоту і воду в приблизно стехіометричному співвідношенні, з відповідним вмістом в продукті ~ 90% мас. $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ і ~ 10% мас. вільної води і 1,5 % сірчаної кислоти.

Перемішування ведуть гострою парою, підтримуючи температуру на рівні 110-120 °С, і закінчують його через 20-30 хв, коли кількість вільної сірчаної кислоти в пробі реакційної маси стане менше 0,1% мас. Реакційну масу, яка містить від 13,6 до 15% мас Al_2O_3 (у вигляді сульфату алюмінію), для прискорення наступної кристалізації охолоджують в реакторі до $t = 95$ °С, продуваючи через неї протягом 10 хв. повітря. Потім її зливають на кристалізаційну стрічку. Розчин починає густіти вже при $t = 110$ °С. При товщині шару 5-10 мм його верхня поверхня твердне через 4-6 хв. При оберненні стрічки навколо вала твердий шар сульфату тріскається і зсипається. Потім його охолоджують повітрям і подрібнюють. Стрічка довжиною 60 м і шириною 0,72 м має продуктивність 3 т сульфату алюмінію на годину [7].

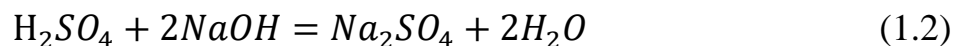
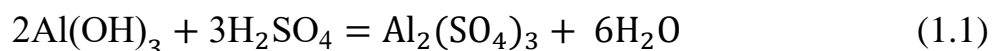
					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.5. Удосконалення технології виробництва сульфату алюмінію

Класична технологія отримання сульфату алюмінію, що використовують як коагулянт для очищення стічних вод, полягає у взаємодії гідроксиду алюмінію з сірчаною кислотою, що характеризується бурхливим спінюванням реакційної маси і можливий викид її з реактору. Це екзотермічна реакція. У цьому випадку потрібно брати гідроксиду алюмінію в надлишку, щоб уникнути наявності вільної сірчаної кислоти.

Ми пропонуємо удосконалення таким чином, що беремо для взаємодії в стехіометричній кількості гідроксид алюмінію та сірчану кислоту. В утвореному плаві міститься 1,5 % сірчаної кислоти, яку нейтралізуємо лугом, потім відстоюємо. Висвітлена частина зливається на кристалізацію, а нерозчинний осад залишається в реакторі. Далі знов до нерозчинного осаду додаємо у стехіометричній кількості гідроксид алюмінію та сірчану кислоту. Плав нейтралізуємо лугом, відстоюємо. А також, як удосконалення ми обрали реактор з рамною мішалкою. Це забезпечить більш інтенсивне перемішування плаву.

Такий спосіб забезпечує повну відсутність сірчаної кислоти у готовому продукті і міститься 0,2 % нерозчинного осаду. Ми отримуємо більш чистий продукт, який потім можна використовувати як харчову добавку [21]. Основні рівняння виробництва (1.1; 1,2):



Висновок розділ 1

Проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури стосовно сульфату алюмінію як харчової добавки Е 520, її фізико-хімічних властивостей, застосування в харчовій промисловості та вплив безпосередньо на організм людини. Наведено удосконалення існуючої технології.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика вихідної сировини

Сировина, що використовується для виробництва сульфату алюмінію, має містити значну кількість глинозему і легко розкладатися кислотами. Таким вимогам відповідають нефелінові породи і каолінітові глини. Склад даного виду глин являє собою вміст: від 15 до 40% мас. Al_2O_3 , від 55 до 75% мас. SiO_2 , від 1 до 2% мас. Fe^{3+} і від 0,5 до 1% мас. Fe^{2+} . Зазвичай використовують глини, що містять після зневоднення від 30 до 40% мас. Al_2O_3 . Боксити складніше використовувати, так як вони важче розкладаються кислотами. Важко розкладаються кислотами і глини, що містять значні кількості полешпатових порід. Сірчана кислота, що використовується у виробництві, за якістю сировини повинна відповідати ГОСТ 2184-77. Характеристика сірчаної кислоти наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Хімічний склад сірчаної кислоти, %

H ₂ SO ₄ контактна покращена	Масова частка, не менше	Масова частка сумішей, не більше						
		1	2	3	4	5	6	7
	H ₂ SO ₄	SO ₃ (вільної)	Оксиди азоту N ₂ O ₃	Заліза Fe	Миш'яку As	Хлористих з'єднаннь	Залишку після	Нітро- з'єднаннь
Вищий сорт	Від 92,5 до 94,0	-	5·10 ⁻⁵	7·10 ⁻³	8·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁴	2·10 ⁻²	Не норм

<i>ННІХТ.ХТ-4-15.019.161.019.ДП.ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ніколаєнко Б.		
Перевір.		Бойчук Т.М.		
Консультант		Житнецький І.В.		
Н. Контр.		Подобій О.В.		
Затверд.		Носенко Т.Т.		
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				
			Літ.	Арк.
			19	76
<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Перший сорт	Від 92,5 до 94,5	-	$1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-2}$	Не норм

Для отримання коагулянтів потрібна сірчана кислота вищого сорту, що містить мало домішок.

У промислових умовах в якості сировини, що містить алюміній, при виробництві коагулянтів застосовують гідроксид алюмінію. Це обумовлено простотою технології отримання з нього сульфату алюмінію, високою якістю продукту і виконанням основних вимог, що висуваються до сировини: високий вміст оксиду алюмінію, мінімальний вміст заліза та інших домішок, практично повна відсутність миш'яку. Наявність в сировині домішок, які взаємодіють з сірчаною кислотою, призводить до збільшення витрати останньої, а в разі утворення нерозчинних сполук - до погіршення якості продукту за рахунок підвищення вмісту нерозчинного залишку.

Єдиним недоліком є дефіцит і висока ціна гідроксиду алюмінію. Перевагою переробки гідроксиду алюмінію на сульфат є можливість отримання дуже чистого продукту, а також істотне скорочення витрат на транспортування гідроксиду алюмінію в порівнянні з природною сировиною. Даний метод отримання сульфату алюмінію дозволяє знизити витрати на обладнання, не вимагає великих площ розміщення обладнання і даний спосіб дозволяє максимально механізувати процес [6].

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.2. Опис технології виробництва

Принципова технологічна схема виробництва сульфату алюмінію наведена на рисунку 2.1.

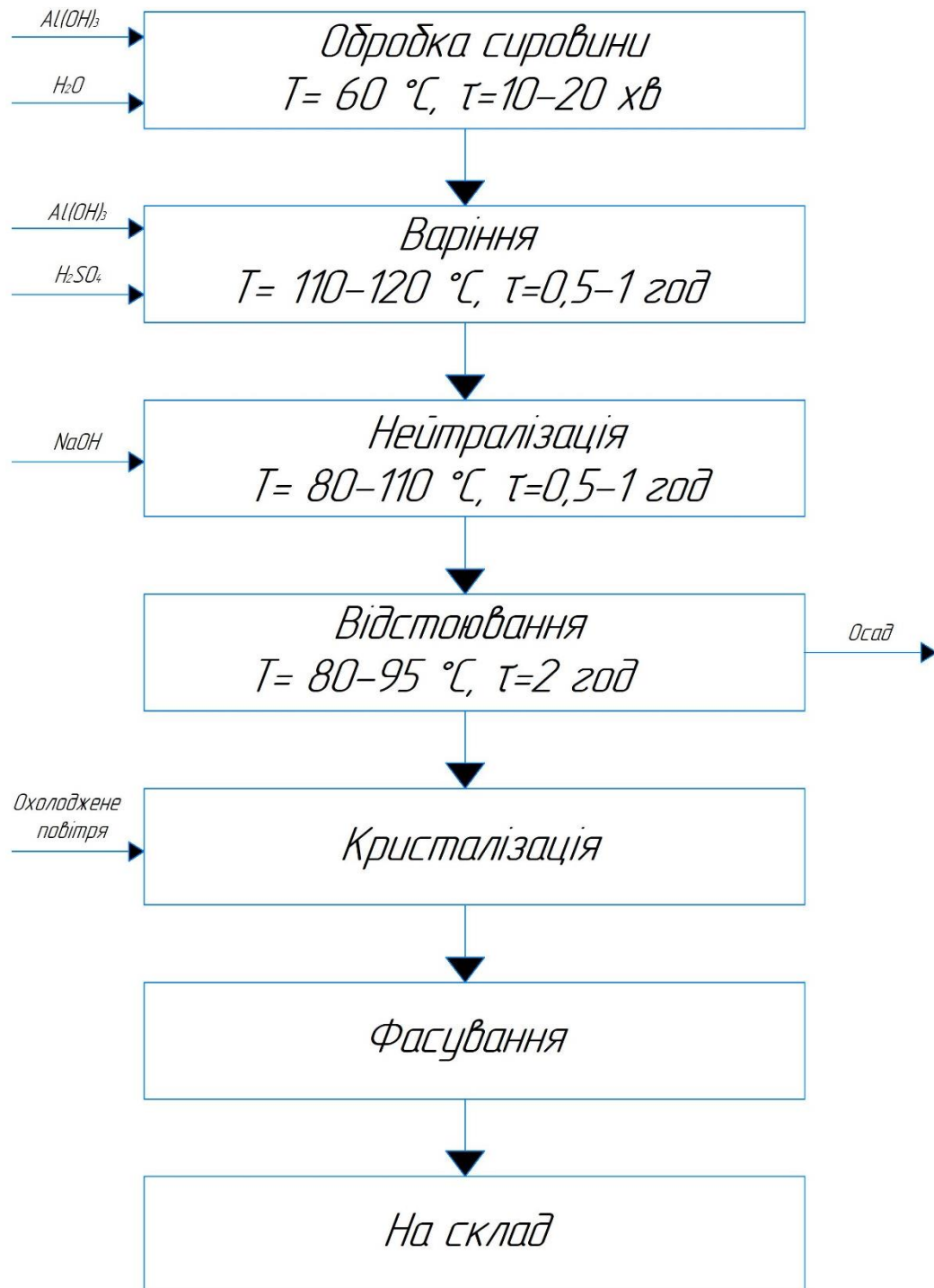


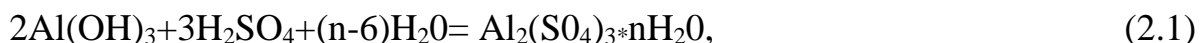
Рис. 2.1. Принципова технологічна схема виробництва сульфату алюмінію

Виробництво сульфату алюмінію складається з таких основних стадій:

- Обробка сировини;
- Варіння;
- Нейтралізація;
- Відстоювання;
- Кристалізація;
- Фасування;
- Відправлення готового продукту на склад.

Перша стадія технологічного процесу отримання сульфату алюмінію полягає в обробці гідроксиду алюмінію водою при температурі 60 °С. Метою стадії є утворення пульпи (суспензії) гідроксиду алюмінію.

На другій стадії пульпа гідроксиду алюмінію обробляється сірчаною кислотою при температурі 110-120 °С протягом 0,5-1 год. Метою стадії є утворення пульпи сульфату алюмінію. Взаємодія гідроксиду алюмінію з сірчаною кислотою описується реакцією:



де $n = 14-18$

Крім основної реакції протікають побічні реакції (2.2 - 2.3) з утворенням сульфатів натрію і заліза, які є домішками і входять до складу готового продукту.



Процес варіння здійснюється в реакторі безперервної дії. Для підтримки заданого температурного режиму і перемішування реакційної маси в реактор подається гостра пара. Щоб уникнути отримання продукту, що містить вільну сірчану кислоту і не відповідає вимогам, гідроксид алюмінію береться в

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

стехіометричній кількості, щоб вміст нерозчинного залишку в продукті не перевищило допустимого значення 0,2% мас.

Реакція (2.1) описується рівнянням другого порядку щодо залишкового вмісту $\text{Al}(\text{OH})_3$, в суміші. Для процесу характерні дві ділянки з різною швидкістю реакції - на початковій ділянці в 2-2,5 рази вище, ніж на кінцевому. Середня константа швидкості реакції становить $\sim 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{хв}$ при $t \sim 110^\circ \text{ С}$. Взаємодія протікає в кінетичній області. Енергія активації $\sim 95 \text{ кДж} / \text{моль}$.

Досягнення заданої ступеня перетворення гідроксиду алюмінію забезпечується проведенням процесу в трикамерному реакторі безперервної дії. Необхідна швидкість процесу підтримується ефективним перемішуванням реакційного середовища і оптимальним температурним режимом. Це досягається за допомогою мішалок і барботерів для подачі гострої пари, встановлених в кожній камері реактора. Для зменшення часу перебування в реакторі передбачено ефективно попереднє змішування вихідних реагентів у вертикальному циліндричному змішувачі.

За відсутності інструментальних методів контролю якості готового плаву, регулювання безперервного процесу отримання плаву здійснюється наступним способом:

- постійний контроль щільності пульпи гідроксиду алюмінію і концентрації сірчаної кислоти;
- точний розрахунок співвідношення подачі реагентів в залежності від їх складу;
- точне дозування суспензії гідроксиду алюмінію і сірчаної кислоти;
- стабільна робота витратомірів реагентів;
- підтримання температури процесу в 1-ій камері реактора в межах $110-120^\circ \text{ С}$.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

На третій стадії відбувається нейтралізація плаву сульфату алюмінію гідроксидом натрію протягом 0,5-1 год, за температури 80-110 °С. Метою цієї стадії є очищення продукту від надлишку сульфатної кислоти.

На четвертій стадії відбувається відстоювання плаву сульфату алюмінію протягом 2 год, за температури 80-95 °С. Отриманий осад повертається на стадію варіння для наступного очищення продукту.

На п'ятій стадії концентрований розчин сульфату алюмінію (плав) кристалізують при охолодженні. Метою цієї стадії є утворення кристалів сульфату алюмінію. Твердий продукт - кристалогідрат $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$. У процесі охолодження плав на стрічці можлива його часткова дегідратація, внаслідок якої вміст основної речовини в продукті - Al_2O_3 - підвищується на ~ 0,1-0,4% мас. Процес кристалізації плав сульфату алюмінію супроводжується виділенням тепла.

У процесі кристалізації (затвердіння) плав сульфату алюмінію визначальними є стадії зародкоутворення і зростання кристалів.

Система $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ має підвищену схильність до переохолодження і, отже, до активаційних затримок на стадії зародкоутворення і збільшення загальної тривалості твердіння. З підвищенням концентрації плав схильність до переохолодження зростає аж до повного припинення процесу кристалізації, плав твердіє, не кристалізуючись. Плави, з вмістом Al_2O_3 від 14,0 до 16,5% мас., мають кристалічну структуру. Для плавів з 16,6 до 18,3% мас. Al_2O_3 процес кристалізації супроводжується амфотерним твердінням. При концентраціях плав вище 17,0% мас. Al_2O_3 (особливо $> 17,5\%$ мас. Al_2O_3) зростає лімітуюча дія тепловіддачі плавів (різко знижується теплопровідність, температуропровідність); продукт - аморфно-кристалічний і аморфний. При природному охолодженні плав (від 15,0 до 16,0% мас. Al_2O_3) на стрічці (товщина шару сплаву від 10 до 20 мм) має місце різке лінійне падіння температури плав протягом першої хвилини, потім крива охолодження набуває

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

складний характер. Для прискорення процесу кристалізації плав охолоджують повітрям, що подається вентилятором, в цьому випадку швидкість кристалізації різко зростає. Повітря, видаляючи з поверхні плаву плівку (або шар частково затверділого продукту), створює ефект «набігаючої хвилі», коли на затверділий шар продукту набігає рідкий шар плаву.

При цьому кожен нижній шар служить ініціатором кристалізації наступного шару плаву. Це покращує теплопередачу в шарі плаву до поверхні. Охолодження і змочування стрічки водою також прискорюють процес кристалізації. Отримані пластини кристалізованого сульфату алюмінію стають крихкими і розпадаються на шматочки.

Далі на шостій стадії відбувається фасування отриманого продукту в контейнери і на останній відправляються на склад [11].

2.3. Розрахунок матеріального балансу

Молярна маса [25, 26]:

- $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102 \text{ г/моль};$
- $M(\text{Na}_2\text{O}) = 62 \text{ г/моль};$
- $M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342 \text{ г/моль};$
- $M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \text{ г/моль};$
- $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г/моль};$
- $M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 612 \text{ г/моль}.$

Розрахунок робимо на одну тону гідроксиду алюмінію, розраховуємо масу сухого матеріалу, за формулою (2.5):

$$m_{\text{сухого матеріалу}} = m_{\text{сировини}} \cdot C_{\text{сухого}}, \quad (2.5)$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

де $m_{\text{сухого}}$ - маса сухого матеріалу, кг;
матеріалу

$C_{\text{сухого}}$ - концентрація сухого матеріалу початкової сировині, частка одиниці.

$$m_{\text{сухого}} = 1000 \cdot 0,92 = 920 \text{ кг.}$$

Відповідно вологи в матеріалі:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \cdot 0,08 = 80 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу SiO_2 в сухому матеріалі, за формулою (2.6):

$$m_{\text{SiO}_2} = m_{\text{сухого}} \cdot C_{\text{SiO}_2} \quad (2.6)$$

$$m_{\text{SiO}_2} = 920 \cdot 0,0015 = 1,38 \text{ кг.}$$

Аналогічно розраховуємо масу Na_2O :

$$m_{\text{Na}_2\text{O}} = 920 \cdot 0,005 = 4,6 \text{ кг.}$$

З'єднання натрію дані в перерахунку на NaCl ($\text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaCl}$).

Розраховуємо масу NaCl в сухому матеріалі, за формулою (2.7):

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{O}}}{M_{\text{Na}_2\text{O}}} \cdot M_{\text{NaCl}} \cdot 2 \quad (2.7)$$

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{4,6}{62} \cdot 58,5 \cdot 2 = 8,68 \text{ кг.}$$

Так як водно-тверде співвідношення при виготовленні пульпи 2,4:1, то

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 2,4 \cdot 920 = 2208 \text{ кг.}$$

Враховуючи, що в матеріалі міститься 80 кг вологи, то маса води буде:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 2208 - 80 = 2128 \text{ кг.}$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

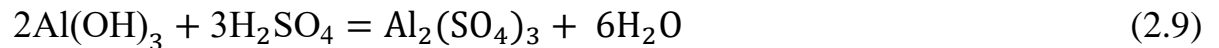
Можна розрахувати масу пульпи за формулою (2.8):

$$m_{\text{пульпи}} = m_{\text{матеріалу}} + m_{\text{H}_2\text{O}} \quad (2.8)$$

$$m_{\text{пульпи}} = 1000 + 2128 = 3128 \text{ кг,}$$

$$m_{\text{Al(OH)}_3} = 920,00 - 1,38 - 8,68 = 909,94 \text{ кг.}$$

Процес варіння сульфату алюмінію можна описати рівнянням (2.9):



Розраховуємо масу Al(OH)_3 , що бере участь у процесі варіння, за формулою (2.10):

$$m_{\text{Al(OH)}_3 \text{ при варінні}} = m_{\text{Al(OH)}_3} \cdot \alpha, \quad (2.10)$$

де α - степінь використання сировини.

$$m_{\text{Al(OH)}_3 \text{ при варінні}} = 909,94 \cdot 0,995 = 905,39 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу 100 % H_2SO_4 , за формулою (2.11):

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\%} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m_{\text{Al(OH)}_3}}{M_{\text{Al(OH)}_3}} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4} \quad (2.11)$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\%} = \frac{3}{2} \cdot \frac{909,94}{78} \cdot 98 = 1714,89 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу 100 % H_2SO_4 з урахуванням степені використання сировини, за формулою (2.12):

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\% \text{ використаний}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\%}}{\alpha} \quad (2.12)$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\% \text{ вик.}} = \frac{1714,89}{0,995} = 1723,51 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу технічної сірчаної кислоти, за формулою (2.13):

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 94\%} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\%}}{C_{\text{H}_2\text{SO}_4}} \quad (2.13)$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 94\%} = \frac{1723,51}{0,94} = 1833,52 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу води в технічному розчині H_2SO_4 , за формулою (2.14):

$$m_{\text{H}_2\text{O в}} = m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 94\%} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} \quad (2.14)$$

кислоті

$$m_{\text{H}_2\text{O в}} = 1833,52 \cdot 0,06 = 110,01 \text{ кг}$$

кислоті

Розраховуємо масу H_2SO_4 вільної, за формулою (2.15):

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ вільної}} = m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\% \text{ використаний}} - m_{\text{H}_2\text{SO}_4, 100\%} \quad (2.15)$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ вільної}} = 1723,51 - 1714,89 = 8,62 \text{ кг.}$$

Аналогічно розраховуємо масу випареної води в процесі варіння:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{905,39}{2,78} \cdot 18 \cdot 6 = 628,81 \text{ кг.}$$

випарена

Знаючи, що кількість гострої пари, яка вводиться на варіння 22 % від суми води, яка приходить з гідроксидом алюмінію та сірною кислотою, розраховуємо масу гострої пари, за формулою (2.17):

$$m_{\text{пара}} = (m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{H}_2\text{O в}}) \cdot 0,22 \quad (2.17)$$

кислоті

$$m_{\text{пара}} = (2208 + 110,01) \cdot 0,22 = 509,96 \text{ кг.}$$

Кількість пари, яка випарувалась при варінні сульфату алюмінію, розраховуємо за формулою (2.18):

$$m_{\text{пара}} = \beta \cdot (m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{H}_2\text{O в}} + m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{пара}}) \quad (2.18)$$

кислоті випарувана

де β -частка випаруваної води по відношенню до маси води в реакторі.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{пара испарившегося}} = 0,32 \cdot (2208 + 110,01 + 628,81 + 509,96) = 1106,16 \text{ кг.}$$

Матеріальний баланс варіння представлений в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Матеріальний баланс стадії варіння

Прихід			Витрати		
Стаття приходу	Кількість, кг		Стаття витрат	Кількість, кг	
	Потік	Компонент		Потік	Компонент
1	2	3	4	5	6
1. Пульпа, в тому числі:	3128,00		1. Суспензія, в тому числі:	4358,82	
Al(OH) ₃		909,94	Al ₂ (SO ₄) ₃		1984,89
SiO ₂		1,38	SiO ₂		1,38
NaCl		8,86	NaCl		8,68
H ₂ O		2208,00	H ₂ O		2350,61
2. Розчин сірчаної кислоти:	1833,52		Al(OH) ₃		4,55
H ₂ SO ₄		1723,51	H ₂ SO ₄		8,62
H ₂ O		110,01			
3. Гостра пара	509,96	509,96	2. Пара	1106,16	1106,16
			3. Втрати	6,5	6,5
Разом:	5471,48	5471,48	Разом:	5471,48	5471,48

Нейтралізація:

Плав сульфату алюмінію нейтралізують гідроксидом натрію. На реакцію нейтралізації витрачається 1,5 % від утвореної кількості пульпи гідроксиду алюмінію, тобто

$$m(\text{NaOH}) = 909,94 \times 0,015 = 13,6 \text{ кг}$$

Залишок сульфату натрію після нейтралізації:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 8,62 - 0,1293 = 8,49 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс стадії нейтралізації наведений у таблиці 2.3:

Таблиця 2.3

Матеріальний баланс стадії нейтралізації

Прихід			Витрати		
Статті приходу	Кількість, кг		Статті витрат	Кількість, кг	
	Потік	Компонент		Потік	Компонент
1	2	3	4	5	6
1. Суспензія, в тому числі:	4358,82		1. Суспензія, в тому числі:	4336,36	
Al ₂ (SO ₄) ₃		1984,89	Al ₂ (SO ₄) ₃		1984,89
SiO ₂		1,38	SiO ₂		1,38
NaCl		8,68	NaCl		8,68
H ₂ O		2350,61	H ₂ O		2350,61
Al(OH) ₃		4,55	Al(OH) ₃		4,55
H ₂ SO ₄		8,62	Na ₂ SO ₄		8,49
2. NaOH _(за реакцією)	13,6	13,6	2. Втрати	36,06	36,06
Разом:	4372,42	4372,42	Разом:	4372,42	4372,42

Кристалізація:

Розраховуємо масу Al_2O_3 в продукті, за формулою (2.19):

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = m_{\text{продукту}} \cdot C_{\text{Al}_2\text{O}_3} \quad (2.19)$$

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 1000 \cdot 0,153 = 153 \text{ кг.}$$

Так як Al_2O_3 представлений у вигляді $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, розраховуємо масу $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, за формулою (2.20):

$$m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{m_{\text{Al}_2\text{O}_3}}{M_{\text{Al}_2\text{O}_3}} \cdot M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \quad (2.20)$$

$$m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{153}{102} \cdot 342 = 513 \text{ кг.}$$

Розраховуємо маси Na_2SO_4 і домішок у продукті, за формулою (2.21):

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{вільна}} = m_{\text{продукту}} \cdot C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} \quad (2.21)$$

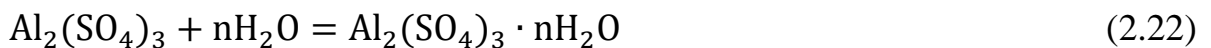
$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{вільна}} = 1000 \cdot 0,001 = 1 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{домішок}} = 1000 \cdot 0,003 = 3 \text{ кг.}$$

Отже маса води в кристалі:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{в кристалі}} = 1000 - 513 - 1 - 3 = 483 \text{ кг.}$$

Розраховуємо склад кристалів за реакцією (2.22):



$$\frac{m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}}{M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}} : \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{513}{342} : \frac{483}{18} = 1,5 : 26,8 = 1 : 17$$

Склад кристалів: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$.

Розраховуємо масу кристалів, за формулою (2.23):

$$m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}}{M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}} \cdot M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}} \quad (2.23)$$

$$m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}} = \frac{1984,89}{342} \cdot 612 = 3551,91 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу випареної води, за формулою (2.24):

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{випареної}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,22 \quad (2.24)$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{випареної}} = 2350,61 \cdot 0,25 = 587,65 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу води, яка йде на кристалогідрат, за формулою (2.25):

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{в кристалі}} = \frac{m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}}{M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 17 \quad (2.25)$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{в кристалі}} = \frac{1984,89}{342} \cdot 18 \cdot 17 = 1775,95 \text{ кг.}$$

Матеріальний баланс стадії кристалізації наведений у таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс стадії кристалізації

Прихід			Витрати		
Статті приходу	Кількість, кг		Статті витрат	Кількість, кг	
	Потік	Компонент		Потік	Компонент
1	2	3	4	5	6
1.Суспензія, в тому числі:	4336,36		1. ГОТОВИЙ продукт, в тому числі:	3737,03	
Al ₂ (SO ₄) ₃		1984,89	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·17H ₂ O		3551,91
SiO ₂		1,38	SiO ₂		1,38
NaCl		8,68	NaCl		8,68
H ₂ O		2350,61	Na ₂ SO ₄		8,49
Al(OH) ₃		4,55	Al(OH) ₃		4,55
Na ₂ SO ₄		8,49	H ₂ O		161,99
			2. Пара	587,65	587,65
			3. Втрати	11,68	11,68
Разом:	4336,36	4336,36	Разом:	4336,36	4336,36

Зведений баланс на 1000 кг продукту

Прихід			Витрати		
Стаття приходу	Кількість, кг		Стаття витрат	Кількість, кг	
	Потік	Компонент		Потік	Компонент
1	2	3	4	5	6
1. Гідроксид алюмінію, в тому числі:	1000,00		1. Готовий продукт, в тому числі:	3737,03	
Al(OH) ₃		909,94	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·17H ₂ O		3551,91
SiO ₂		1,38	SiO ₂		1,38
NaCl		8,68	NaCl		8,68
H ₂ O		80,00	Na ₂ SO ₄		8,49
			Al(OH) ₃		4,55
			H ₂ O		161,99
2. Розчин сірчаної кислоти:	1833,52				
H ₂ SO ₄		1723,51			
H ₂ O		110,01			
3. Вода для суспензії	2128,00	2128,00	3. Пара після варіння	1106,16	1106,16
4. Гостра пара	509,96	509,96	4. Пара після кристалізації	587,65	587,65
5. NaOH	13,6	13,6	5. Втрати	54,24	54,24
Разом:	5485,08	5485,08	Разом:	5485,08	5485,08

2.4. Розрахунок теплового балансу

Тепловий баланс кристалізації:

Прийmemo, що пульпа надходить на кристалізацію при температурі близько 110 °С. За практичними даними на виході зі стрічки транспортера буде 40 °С. Основне рівняння теплового балансу представлено формулою

$$Q_{\text{прих.}} = Q_{\text{витр.}} \quad (2.26)$$

Рівняння теплового балансу можна описати формулою (2.27):

$$Q^{\Phi}_{\text{прих.}} + Q_{\text{крист.}} = Q^{\Phi}_{\text{витр.}} + Q^{\Phi}_{\text{втр.}} \quad (2.27)$$

Прийmemo, що теплові втрати складають 5 % від $\sum(Q^{\Phi}_{\text{прих.}} + Q_{\text{крист.}})$, тоді $Q^{\Phi}_{\text{витр.}}$ буде озраховуватися за формулою (2.28):

$$(Q^{\Phi}_{\text{прих.}} + Q_{\text{крист.}}) \cdot 0,95 = Q^{\Phi}_{\text{витр.}} \quad (2.28)$$

Теплоту фізичного приходу розраховуємо за рівнянням (2.29):

$$Q^{\Phi}_{\text{прих.}} = Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{H}_2\text{O}) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{SiO}_2) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{NaCl}) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{Пов.}) \quad (2.29)$$

Нехтуємо часткою тепла, принесеного компонентами, масова частка яких менше 0.5%, тоді отримаємо рівняння (2.30)

$$Q^{\Phi}_{\text{прих.}} = Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{H}_2\text{O}) + Q^{\Phi}_{\text{прих.}}(\text{Пов.}) \quad (2.30)$$

Теплоємності речовин представлені в таблиці 2.6

Таблиця 2.6

Теплоємність хімічних речовин в залежності від температури

Хімічні речовини	Температура		Теплоємність, Дж/кг·К
	°С	К	
Al ₂ (SO ₄) ₃	110	383	258,48
H ₂ O	110	383	1898,45
N ₂	20	293	1435,12
O ₂	20	293	1214,63
CO ₂	20	293	1039,28
Al ₂ (SO ₄) ₃ *18 H ₂ O	40	313	493,2

$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)=258,48 \cdot 1984,89 \cdot 383=196,5 \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{H}_2\text{O})=1898,45 \cdot 2350,61 \cdot 383=1709,1 \text{ МДж.}$$

Для розрахунку кількості тепла, яке приноситься і відноситься повітрям, масу повітря приймаємо за X кг. (при $t=20$ °С), тоді:

$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{N}_2)=1435,12 \cdot X \cdot 293 \cdot 0,7532=0,32X \text{ МДж.}$$

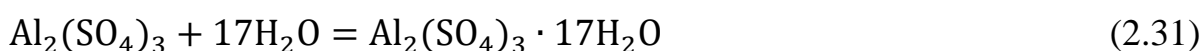
$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{O}_2)=1214,63 \cdot X \cdot 293 \cdot 0,2315=0,08X \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{CO}_2)=1039,28 \cdot X \cdot 293 \cdot 0,0153=0,01X \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{Повітря}) = 0,32X + 0,08X + 0,01X = 0,41X$$

$$\text{Тоді } Q^{\phi}_{\text{прих.}} = 196,5 + 1709,1 + 0,41X = 3014,56 + 0,41X$$

Процес кристалізації можна описати рівнянням (2.31):



Тепловий ефект кристалізації дорівнює 558,7 кДж/кг.
 $Q_{\text{крист}}=1984,89 \cdot 558,7 \cdot 10^3=1108,96$ МДж. Теплоту фізичного приходу розраховуємо за рівнянням (2.32):

$$Q^{\phi}_{\text{витр.}} = Q^{\phi}_{\text{витр.}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17 \text{H}_2\text{O}) + Q^{\phi}_{\text{витр.}}(\text{Пов.}) + Q_{\text{випар.}} \quad (2.32)$$

$$Q^{\phi}_{\text{витр.}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17 \text{H}_2\text{O})=493,2 \cdot 3737,16 \cdot 313=576,91 \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{витр.}}(\text{N}_2)=1435,12 \cdot X \cdot 313 \cdot 0,7532=0,34X \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{витр.}}(\text{O}_2)=1214,63 \cdot X \cdot 313 \cdot 0,2315=0,09X \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{витр.}}(\text{CO}_2)=1039,28 \cdot X \cdot 313 \cdot 0,0153=0,01X \text{ МДж.}$$

$$Q^{\phi}_{\text{прих}}(\text{Повітря}) = 0,34X + 0,09X + 0,01X = 0,44X$$

У ході кристалізації відбувається випаровування води, даний процес можна описати рівнянням $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$

Тепловий ефект випаровування дорівнює 3800 кДж/кг

$$Q_{\text{випар}} = 3800 \cdot 587,65 \cdot 10^3 = 2233,07 \text{ МДж.}$$

$$\text{Тоді } Q_{\text{витр}} = 2233,07 + 576,91 + 0,44X = 2809,98 + 0,44X$$

Основне рівняння теплового балансу буде виглядати так:

$$(3014,56 + 0,41X) \cdot 0,95 = 2809,98 + 0,44X,$$

$$X = 1066,33 \text{ кг.}$$

Таким чином маса повітря буде 1066,33 кг.

Тепловий баланс кристалізації наведений у таблиці 2.7:

Таблиця 2.7

Тепловий баланс кристалізації

Прихід			Витрати		
Стаття приходу	Кількість, МДж		Стаття витрат	Кількість, МДж	
	Потік	Компонент		Потік	Компонент
1	2	3	4	5	6
1. $Q^{\text{ф}}_{\text{прих}}$, В тому числі:	2336,14		1. $Q^{\text{ф}}_{\text{витр}}$, В тому числі:	3279,17	
$Q^{\text{ф}}_{\text{прих}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$		196,50	$Q^{\text{ф}}_{\text{витр.}}$ ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17$ H_2O)		576,91
$Q^{\text{ф}}_{\text{прих}}(\text{H}_2\text{O})$		1709,10	$Q^{\text{ф}}_{\text{витр}}(\text{O}_2)$		93,85
$Q^{\text{ф}}_{\text{прих}}(\text{N}_2)$		337,72	$Q^{\text{ф}}_{\text{витр}}(\text{N}_2)$		360,77
$Q^{\text{ф}}_{\text{прих}}(\text{O}_2)$		87,85	$Q^{\text{ф}}_{\text{витр}}(\text{CO}_2)$		5,31
$Q^{\text{ф}}_{\text{прих}}(\text{CO}_2)$	4,97		$Q_{\text{випар}}$	2233,07	
2. $Q_{\text{крист}}$	1108,96	1108,96	2. $Q_{\text{втрат}}$	164,59	164,59
Разом:	3445,10	3445,10	Разом:	3443,76	3443,76

2.5 Підбір основного технологічного обладнання

Підбір основного обладнання відбувається відповідно до розрахунку матеріального балансу та апаратурно-технологічної схеми виробництва сульфату алюмінію [9,10].

У даному виробництві використовуються апарати, такі як:

- Реактор безперервної дії з рамною мішалкою;
- Репульпатор;
- Стрічковий конвеєр-кристалізатор.

Реактор безперервної дії з рамною мішалкою

Реактор розроблений співробітниками заводу і є варильних реактором змішування. Реактор являє собою вертикальний циліндричний апарат з плоским днищем і кришкою. Всередині розділений на три камери перегородками. Кожна камера оснащена рамною мішалкою і барбатором пари. Над першою камерою розміщений змішувач пульпи гідроксиду алюмінію і сірчаної кислоти.

У третій камері передбачена вивантаження продукту і зливний штуцер. Переваг мішалок — велика швидкість обертання, значна величина максимальної складової викликаного ними потоку і великий насосний ефект - дозволяють значно скоротити час реакції. Мішалки встановлюють по периметру реактора при наявності перегородок, що перешкоджають виникненню глибоких воронок. Перемішувальна дія рідини, яка витікає з циліндра, схоже з дією струменя, що виходить з заглибного сопла. Напрямок руху рідини в циліндрі визначається напрямком обертання мішалки.

Перегородки встановлюють у всю висоту реактора під кутом 120°. Через отвір в перегородці суміш надходить у кишеню і зверху виливається в другу камеру. З другої камери через отвір внизу перегородки суміш надходить в кишеню третьої камери і через верх виливається у третю камеру.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Реактор виготовлений із корозійностійкої нержавіючої сталі ЭИ943 товщиною 8 мм. Теплоізоляція виконана з прогумованої стрічки, закритої зверху алюмінієвими аркушами. При такому виконанні реактора теплові втрати не перевищують 2 % від кількості гострої пари, що подається в реактор, а термін служби значно більше порівняно з реактором, виготовленим зі сталі СтЗ.

Репульпатор

Репульпатор використовується для якісного приготування пульпи до подальшого гравітаційного збагачення шляхом активного перемішування дрібнозернистого матеріалу з водою, а також для рівномірного подачі підготовленої пульпи на збагачення.

Технологічні особливості:

- висока продуктивність;
- можливість безперервності процесу (подача матеріалу з одночасною розвантаженням пульпи);
- екологічна чистота технологічного процесу перемішування.

Стрічковий конвеєр-кристалізатор

Стрічковий конвеєр-кристалізатор є найбільш простим апаратом для кристалізації сульфату алюмінію. Швидкість руху стрічки 6 м/хв, що забезпечує час перебування при товщині шару 8-10 мм сульфату алюмінію не менше 7-10 хвилин. Довжина конвеєра-кристалізатора при продуктивності 2,4 т/год і шириною стрічки 0,5 м становить 50 м. Для проектної потужності ~ 8 т/год плаву необхідні три стрічкових конвеєра при загальній довжині 146 метрів.

Перелік основного технологічного обладнання наведений у таблиці 2.8.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Підбір технологічного обладнання

№ поз.	Назва обладнання	Основні параметри	Кількість
1	2	3	4
Основне обладнання			
1.	Реактор безперервної дії з рамною мішалкою	габаритні розміри одної камери – 1120x1220x2080 мм, потужність 0,7 кВт	1
2.	Конвеєр-кристалізатор	габаритні розміри – 5000x500 мм; продуктивність – 2,4 т/год; потужність – 8 т/год	1
3.	Репульпатор	габаритні розміри – 600x500x1065 мм; споживча потужність – 1,2 кВт	1

2.6. Розрахунок реактора з рамною мішалкою

Рамні мішалки використовуються для перемішування рідин в'язкістю не більше 10^4 мн сек / м² і обігріваються за допомогою сорочки або зміювика, коли можливе випадання осаду.

Рамні мішалки відносяться до числа тихохідних мішалок. Вони мають відносно великі розміри і малу швидкість мішалки. При обертанні ці мішалки очищають стінки і дно апарату від налиплої забруднень. Рамна мішалка має форму, відповідну внутрішню форму апарату.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Дані для розрахунку реактора з рамною мішалкою [22]:

$$\text{Об'єм апарату } V = 0,77 \text{ м}^3$$

$$\text{Діаметр } D = 0,8 \text{ м}$$

$$\text{Висота корпусу } H = 1,5 \text{ м}$$

$$\text{Кількість обертів мішалки } \omega = 60 \text{ об/хв}$$

$$\text{Відстань між мішалкою та стінкою апарата } \delta = 0,03 \text{ м}$$

$$\text{Швидкість обертання мішалки } \omega = 30 \text{ об/хв}$$

$$\text{Густина продукту } \rho = 1061 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{Динамічна в'язкість } \mu = 0,0232 \text{ Н}\cdot\text{с/м}^2$$

Далі проводимо розрахунок параметрів реактора:

1) діаметр робочого органу:

$$d = D - 2 \times \delta = 0,8 - 2 \times 0,03 = 0,74 \text{ м}$$

2) висота мішалки:

$$h = 0,6 \times H = 0,6 \times 1,5 = 0,9 \text{ м}$$

Визначаємо значення критерію Рейнольдса при частоті обертання валу мішалки $60/60 = 1 \text{ об/с}$:

$$Re_B = \frac{n \times d^2 \times \rho}{\mu} = \frac{1 \cdot 0,74^2 \cdot 1061}{0,0232} = 25043$$

Критерій пружності для рамної мішалки:

$$K_N = 12 \times Re_B^{0,77} \times \left(\frac{h}{d}\right) = 12 \cdot 25043^{0,77} \cdot \left(\frac{0,9}{0,74}\right) = 35689$$

Знайдемо потужність перемішування:

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d^3 = 35689 \times 0,0232 \times 1 \times 0,74^3 = 336 \text{ Вт}$$

Потужність, що витрачається в сальнику:

$$N_c = 9,84 \times (P + 0,98 \cdot 10^5) \times \varphi \times l \times d_B^2, \text{ де}$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

φ – коефіцієнт тертя (0,2); $l = 4 \cdot d_B = 4 \cdot 0,05 = 0,2\text{м}$ - довжина набивки сальника

$$N_c = 9,84 \times (2,74 \times 10^5 + 0,98 \times 10^5) \times 0,2 \times 0,2 \times 0,05^2 = 69,1 \text{ Вт}$$

Потужність електродвигуна приводу:

$$N_{ед} = \frac{k_1 \times N + N_c}{n}, \text{ де}$$

$$k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{1,5}{0,8} = 1,875;$$

$$N_{ед} = \frac{1,875 \times 336 + 69,1}{1} = 0,7 \text{ кВт}$$

Виконано розрахунки реактора з рамною мішалкою, потужність якого становить 0,7 кВт.

2.7. Опис апаратурно-технологічної схеми процесу

Апаратурно-технологічна схема виробництва сульфату алюмінію наведена на рисунку 2.4.

Гідроксид натрію надходить зі складу в збірник 1. Далі насосом 3 подається в циркуляційне кільце, з якого здійснюється відбір лугу на нейтралізацію плаву в реакторі 5.

Сірчана кислота надходить зі складу пічного цеху в збірник 2. Ємність збірника - 127 м³ забезпечує запас кислоти приблизно на дві доби. Концентрація кислоти усереднюється при перемішуванні за допомогою насоса 4 (робота насоса «на себе») і визначається хімічним аналізом. Відбір кислоти в виробництво проводиться зі збірника (до досягнення нижнього робочого рівня).

Збірник сірчаної кислоти оснащений приладами для вимірювання рівня заповнення і сигналізації верхнього та нижнього рівнів. Зі збірника 2 кислота насосом 4 подається в циркуляційний кільце, з якого здійснюється відбір кислоти на варіння плаву в реактор 5.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

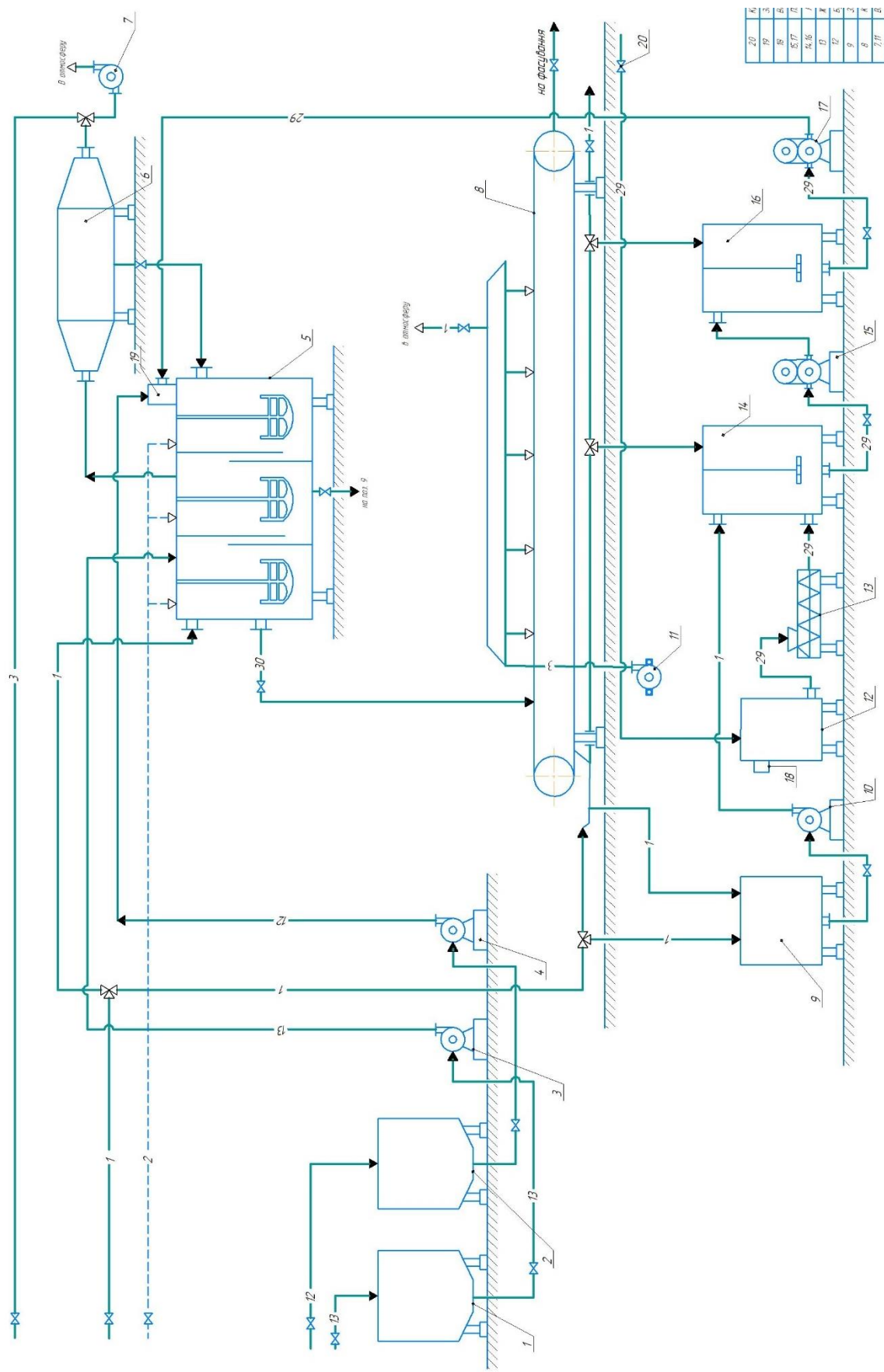


Рис. 2.4. Апаратурно – технологічна схема виробництва сульфату алюмінію

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розвантаження гідроксиду алюмінію з напіввагонів проводиться грейферним краном **20**, зберігання - насипом в траншеї. З траншеї грейферним краном гідроксид алюмінію подається в бункер **12** вузла пульпоприготування. Бункер оснащений решітками 150x150 мм для відділення великих сторонніх включень і вібратором **18** для усунення зависання гідроксиду алюмінію. Так як у виробництві сульфату алюмінію гідроксид алюмінію застосовують у вигляді суспензії (пульпи), то її готують шляхом змішування гідроксиду алюмінію з водою, яке здійснюється в репульпаторах **14** і **16**. Репульпатор **14** служить для приготування пульпи, репульпатор **16** є витратною ємністю, звідки пульпа подається в реактор. Перемішування пульпи в репульпаторах здійснюється мішалками; додатково - циркуляцією насосу "на себе" в репульпаторі **14**. У репульпаторі передбачена подача гострого пара для підігріву води в холодну пору року при використанні замерзлого гідроксиду алюмінію до температури не більше 60 ° С.

Приготування пульпи з заданим співвідношенням Р: Т в репульпаторі **14** здійснюється періодично, в ручному режимі, при безперервному перемішуванні. У репульпатор подається вода до заданого рівня. Після заповнення збірника водою включається насос **10** на циркуляцію через збірник **12**.

Пластинчастим живильником **13** з бункера **12** в репульпатор **14** при працюючій мішалці, подається гідроксид алюмінію через завантажувальний патрубок, оснащений змінною решіткою з осередками розміром 20x20 мм для видалення сторонніх предметів. Завантаження гідроксиду алюмінію контролюється за щільністю пульпи, безперервно, яка заміряється густиномірами ПР-1026 на циркуляційної гілці насоса, і припиняється при досягненні заданої щільності. Після закінчення завантаження реагентів пульпу додатково перемішують протягом 10-20 хвилин, контролюючи її щільність за густиномірами; контрольний замір - ваговим методом. Готова пульпа насосом **15** передається в репульпатор **16**.

З репульпатора **16** пульпа гідроксиду алюмінію насосом **17** безперервно подається в циркуляційний кільце. З циркуляційного кільця здійснюється відбір пульпи на варіння плаву в реактор безперервної дії **5**. З періодичністю приблизно 1 раз в три-чотири години повторюється операція приготування пульпи в репульпаторе **14** з наступною відкачкою її в **16** при досягненні в ньому нижнього робочого рівня. Вода після промивання репульпаторів відкачується насосом в збірник **9** і використовується при подальшому приготуванні пульпи гідроксиду алюмінію.

Плава сульфату алюмінію отримують в реакторі безперервної дії **5** в результаті реакції нейтралізації гідроксиду алюмінію і сірчаної кислоти. На кришці реактора встановлений вертикальний циліндричний змішувач **19** реагентів, заглиблений в корпус і має відкритий вихід в реактор. Реагенти подаються в змішувач одночасно. Задана витрата реагентів вимірюється постійно витратомірами і підтримується за допомогою приладів дистанційного керування. Температура процесу по камерах реактора контролюється термометрами і підтримується в першій камері реактора в межах 110-120 ° С.

В отриманому плаві міститься до 1,5% вільної сірчаної кислоти, яку нейтралізують гідроксидом натрію. Плава відстоюють, зливають висвітлену частину і піддають кристалізації охолодженням. Згущена частина розплаву залишається в реакторі **5** і є складовою частиною реакційної маси процесу взаємодії гідроксиду алюмінію сірчаною кислотою. При нейтралізації вільна сірчана кислота повністю зв'язується лугом.

У реактор **5** з нерозчинним залишком, отриманим після відстою, завантажують сірчану кислоту, воду та гідроксид алюмінію в стехіометричному співвідношенні, перемішують протягом 0,5-1 години. При цьому температура плаву досягає 80-110 °С. Розплав нейтралізують до рН 6-6,5, після відстою масова частка вільної сірчаної кислоти становить 0-0,1%, вміст нерозчинного залишку 0,2-0,3% [21].

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

Змішувач реагентів, реактор епізодично (при зупинках виробництва) промиваються водою. Утворені промивні води від продувки і промивання надходять самопливом в збірник **9** і використовуються в процесі приготування пульпи гідроксиду алюмінію.

У процесі варіння сірчаноокислого алюмінію з реактора безперервної дії **5** пароповітряною сумішшю видаляються бризки плаву, що містять вільну сірчану кислоту. Пароповітряна суміш з реактора вентилятором **7** простягається через бризкоуловлювач **6**, де відбувається уловлювання бризок плаву і часткова конденсація водяної пари. Очищений газ викидається в атмосферу, зміст шкідливих речовин у викиді не перевищує 1 мг / м^3 (в перерахунку на сірчану кислоту). Зконденсовані пари води і бризки плаву сульфату алюмінію з бризкоуловлювача **6** самопливом надходять в реактор **5**.

Кристалізація плаву сульфату алюмінію здійснюється на рухомому стрічковому конвеєрі-кристалізаторі **8** з гумовотканинною стрічкою. Кристалізація здійснюється безперервно при охолодженні повітрям, що подається в охолоджуючий короб конвеєру. Подача повітря здійснюється вентилятором **11** в загальну систему з розводкою на конвеєр. Розподіл повітря для охолодження плаву проводиться шиберами, встановленими в кожусі по ходу руху повітря. При правильному розподілі повітря відбувається явище «бігучої хвилі», завдяки чому затвердіння плаву закінчується на 15-30 метрах стрічки конвеєра. Для інтенсифікації процесу твердіння і забезпечення знімання продукту передбачено змочування стрічки конвеєрів водою, яка розпилюється стисненим повітрям.

Затверділий продукт знімається з стрічки конвеєрів у вигляді пластин в точці обгинання нею приводного барабана. При цьому твердий шар сульфату алюмінію тріскається і надходить на склад або фасовку в подрібненому стані. Вода від змочування стрічок конвеєрів самопливом надходить до збірника **9**.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Передбачена можливість відвантаження сульфату алюмінію в упакованому вигляді. Це відбувається безпосередньо зі стрічкового конвеєра-кристалізатора.

Сульфат алюмінію з конвеєра 8 по спеціальній течії подається на упаковку в м'які спеціалізовані контейнери. Контейнер із затареним продуктом зважується на платформних вагах і зберігається в спеціально відведеному місці до відправки споживачеві. Місця завантаження в контейнери обладнані місцевими вентиляційними відсмоктувачами.

Перевагами даної технології є: в два рази більша продуктивність; менша витрата пари за рахунок використання реактора з мішалками; мінімальні відходи виробництва. Всі конденсовані пари і промивні води використовуються для приготування пульпи гідроксиду алюмінію. Пароповітряна суміш з реактора проходить через бризкоуловлювач, при цьому зконденсовані пари води і бризки плаву повертаються в реактор варіння сульфату алюмінію [9,11].

Висновок до розділу 2

У даному розділі було наведено принципову та апаратурно-технологічну схему за удосконаленою технологією, яка зазначена в розділі 1. Розраховано матеріальний баланс стадії нейтралізації. Здійснено підбір обладнання та розрахунок основного апарату.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		47

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Сировина та основні матеріали, які необхідні для виробництва сульфату алюмінію наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Сировина та основні матеріали на 1 т виробництва сульфату алюмінію

Сировина та матеріали	Норми витрат на 1 т	Ціна одиниці сировини, грн./кг	Сума, грн
1	2	3	4
Сірчана кислота	910	7	6 370
Гідроксид алюмінію	1724	10	17 240
Гідроксид натрію	46,92	10	469,2
Всього	-	-	24 079,2

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали - 5%, що складають 1 203,96 грн./т. Тож, всього витрати становлять 25 283,2 грн./т.

Допоміжні та тароупакувальні матеріали на виготовлення сульфату алюмінію наведені в таблиці 3.2.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.048.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					48	
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

**Допоміжні та тароупакувальні матеріали на виготовлення сульфату
алюмінію**

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1 т	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн
1	2	3	4	5
Мішки	шт	40	5,25	210
Етикетка	шт	40	0,03	1,2
Миючі засоби для миття обладнання	кг	5	47	235
Всього	-	-	-	446,2

Транспортні витрати на допоміжні та тароупакувальні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складуть 22,31 грн./т. Тож, всього витрати становлять 468,51 грн./т.

Розрахуємо річний обсяг виробництва сульфату алюмінію. Наше обладнання буде працювати в 1 зміні по 8 годин, за годину по технічним характеристикам устаткування виготовляється 8 т продукції.

Добова потужність виробництва:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{г}} \times T_{\text{змін}} \times K_{\text{змін}} = 8 \times 8 \times 1 = 64 \text{ т}$$

Фактичний добовий обсяг виробництва:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{доб}} \times K_{\text{вик}} = 64 \times 0,8 = 51,2 \text{ т}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5	6
Керівник відділу підготовки сировини	1	VI	41,05	8	119 866
Керівник контролю якості	1	VI	41,05	8	119 866
Інженер- технолог	2	IV	35,95	8	104 974
Вантажники	3	II	31,07	8	90 724,4
Всього	11	-	-	-	900 002,4
На 1 т продукції	-	-	-	-	48,16

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200% від основної заробітної плати:

$$48,16 \times 2 = 96,32 \text{ грн/т}$$

Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції приймаємо у розмірі 10 % від основної заробітної плати:

$$48,16 \times 0,1 = 4,82 \text{ грн/т}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від основної заробітної плати робітників:

$$48,16 \times 3 = 144,48 \text{ грн/т}$$

										Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					

1	2	3
7.	Виробнича собівартість	26 045,45
8.	Адміністративні витрати	651,2
9.	Витрати на збут	781,4
10.	Інші операційні витрати	260,5
11.	Повні витрати	27 738,6

Повні витрати на виробництво на весь обсяг виробництва:

$$27\,738,6 \times 18\,688 = 518\,378\,956,8 \text{ грн}$$

Визначення ціни продукції

Повна собівартість 1 т сульфату алюмінію:

$$C_{\text{пов}} = 27\,738,6 \text{ грн}$$

Оптова ціна 1 т сульфату алюмінію без НДВ дорівнює 30 000 грн.

Ринкова ціна продукції з урахуванням величини НДВ = 18 %:

$$C_{\text{опт}} = 1,18 \times 30\,000 = 35\,400 \text{ грн}$$

Розрахунок показників рентабельності

Рентабельність товарної продукції:

$$R_{\text{тп}} = \frac{П_{\text{п}}}{C_{\text{тп}}} \times 100 \% = \frac{2\,261,4}{27\,738,6} \times 100 = 8,15 \%$$

Рентабельність продажу:

$$R_{\text{продаж}} = \frac{П_{\text{пр}}}{ВР} = \frac{42\,261\,043,2}{560\,640\,000} \times 100 = 7,5 \%$$

$$П_{\text{пр}} = 2\,633,52 \times 18\,688 = 42\,261\,043,2$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рентабельність підприємства (загальна):

$$P_{\text{заг}} = \frac{П_{\text{бал}}}{\Phi_{\text{ср.р.}} + ОК} = \frac{42\,261\,043,2}{560\,665\,402,41} = 7,6 \%$$

Розраховано економічну ефективність виробництва сульфату алюмінію, рентабельність якого дорівнює 7,6 %, а собівартість кілограму продукту складає 27,7 грн.

Висновок до розділу 3

У даному розділі була розрахована економічна ефективність виробництва сульфату алюмінію, яка включає сировину та матеріали, допоміжні матеріали та тароупакувальні матеріали, основну заробітню плату, витрати на утримування та експлуатацію устаткування, витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції, загальновиробничі витрати, виробничу собівартість, адміністративні витрати, витрати на збут, визначення ціни продукції, рентабельність.

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						54
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Якість – це сукупність властивостей продукції, що визначають ступінь її придатності для використання та задоволення потреб споживачів. Забезпечення, підвищення та підтримання на високому рівні якості продукції є першочерговим і важливим завданням менеджерів суб'єкта господарювання, що вирішується шляхом упровадження системи управління якістю. Головна ідея такої системи полягає в тому, що компанія повинна працювати над якістю не тільки продукції, а й роботи загалом, включаючи роботу персоналу. Постійне паралельне вдосконалення цих складових дозволяє досягти більш швидкого та ефективного розвитку бізнесу. У сучасних умовах контроль якості продукції став невід'ємною частиною виробничого процесу. Окремі фахівці розглядають його як систему технічного контролю, однак, його необхідно досліджувати також із позиції господарського контролю, адже витрати на виробництво продукції впливають на її собівартість, що, у свою чергу, призводить до збільшення ціни, а отже, до зменшення конкурентних переваг на ринку. Своєчасний та повний контроль витрат на якість продукції забезпечить упевненість власників у ефективній діяльності підприємства [12].

Відповідно до визначення поняття «якість продукції» сформульованого Європейською організацією з контролю якості, продукція вважається хорошою якості, якщо при мінімальних витратах протягом усього її життєвого циклу вона максимально сприяє здоров'ю та задоволенню потреб людей, які залучені до її проектування і відновлення (повторного використання) за умови мінімальних витрат енергії та інших ресурсів і при допустимій, прийнятній дії на навколишнє середовище і суспільство [13].

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.055.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					55	76
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Якість товару перш за все пов'язана зі статистичними вибірковими методами контролю якості, які дають можливість визначати якість товару за доволі простими вибірковими методами.

Для того, щоб вибірка давала правильне уявлення про всю цільову партію товару, її формують дотримуючись законів статистики:

- статистичної відтворюваності, згідно з яким достатньо велика кількість одиниць товару, вибраних з цієї їх сукупності, відтворює характеристики, – чим більша вибірка, тим більша точність. При цьому дотримуються принципу випадковості формування вибірки, щоб різні товари цільової групи мали рівні шанси потрапити у вибірку;
- великих чисел, згідно з яким більші вибірки дають більш точні результати.

Ці методи широко застосовуються при проведенні:

- приймально-збутових і періодичних випробувань і випробувань на надійність;
- вхідного контролю матеріалів і комплектуючих;
- технологічних перевірок у процесі виготовлення деталей та вузлів.

Систему оцінки якості товару доцільно розглядати за чотирма напрямками:

- 1) відповідність товару вимогам стандартів. У літературі є рекомендації визначати фактичні показники за допомогою статистичних методів контролю якості;
- 2) відповідність умовам використання – товар задовольняє експлуатаційні вимоги;
- 3) відповідність фактичним умовам ринку. Як правило, ця відповідність потребує високої якості і низької ціни товару;
- 4) відповідність прихованим потребам споживача [14].

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1. Технічні вимоги до якості сульфату алюмінію

За фізико-хімічними показниками сульфат алюмінію має відповідати вимогам та нормам, вказаним у таблиці 4.1 [15].

Таблиця 4.1

Фізико-хімічні показники сульфату алюмінію

№ поз	Назва показника	Норма сорту		
		вищого	1-го	2-го
1	2	3		
1.	Зовнішній вигляд	Однорідний сипучий матеріал з розміром частинок не більше 20 мм білого кольору	Не слезувальні пластинки, брикети, шматки невизначеної форми і різного розміру масою більше 10 кг білого кольору	
		Дозволяються блідні відтінки сірого, блакитного або рожевого кольорів		
2.	Масова частка оксиду алюмінію, %, не менше	16	16	15
3.	Масова частка нерозчинного у воді осаду, %, не більше	0,3	0,3	0,7
4.	Масова частка заліза у перерахунку на оксид заліза (III), %, не більше	0,02	0,02	0,3

1	2	3		4
5.	Масова частка вільної сірчаної кислоти (H ₂ SO ₄), %, не більше	Витримує випробування за п.4.8		0,1
6.	Масова частка арсену у перерахунку на оксид арсену (III), %, не більше	0,001	0,001	0,003

4.2. Методи аналізу якості

Відбір проб

Точкові проби від упакованого в контейнери, мішки продукту відбирають щупом, занурюючи його до середини контейнера і не менше ніж на 1/3 глибини мішка, або механічним пробовідбірником, встановленим безпосередньо перед фасуванням в контейнери, мішки. Відбір точкових проб продукту, що знаходиться в русі, проводиться механізованим або ручним способом. Маса точкової проби повинна бути не менше 0,2 кг.

Вищий сорт. Відібрані точкові проби з'єднують разом, перемішують і відбирають пробу масою не менше 0,2 кг для визначення зовнішнього вигляду продукту. Частину проби перемішують і скорочують квартуванням до отримання середньої проби масою не менше 0,5 кг.

1-й та 2-й сорт. Відібрані точкові проби подрібнюють, з'єднують разом, перемішують і скорочують квартуванням до отримання середньої проби масою не менше 0,5 кг. Середню пробу подрібнюють, просівають через сито з сіткою N 1 або 2 за ГОСТ 6613 і поміщають в чисту суху скляну щільно закривається банку або поліетиленовий пакет, який зав'язують.

Середню пробу сульфату алюмінію маркують, вказуючи найменування продукту, найменування підприємства-виготовлювача, номер партії і дату відбору проби.

Зовнішній вигляд

Зовнішній вигляд сульфату алюмінію визначають візуально. Проба продукту вищого сорту повинна повністю проходити через сітку N 20 за ГОСТ 3306.

Визначення масової частки оксиду алюмінію

7,5 г сульфату алюмінію зважують (результат зважування записують з точністю до четвертого десяткового знака), поміщають в мірну колбу місткістю 250 см³ і приливають туди ж 150 см³ води, нагрітої до 60-70 °С.

Розчин охолоджують, доводять до мітки водою, перемішують і фільтрують через два складчастих фільтр у суху колбу, відкидаючи перші 10-15 см³ фільтрату. Фільтрат зберігають для визначення заліза, миш'яку та вільної сірчаної кислоти. 10 см³ фільтрату поміщають у конічну колбу місткістю 250 см³ і підкислюють сірчаною кислотою по метиловому оранжевому. В колбу доливають 25 см³ розчину трилона Б і нейтралізують аміаком до зміни кольору розчину на жовтий. Розчин кип'ятять 2-3 хв, охолоджують до кімнатної температури, доливають 10 см³ буферного розчину, 4 краплі розчину ксиленолового оранжевого і титрують розчином азотнокислого або сірчаноокислого цинку до переходу лимонно-жовтого забарвлення аналізованого розчину в рожево-фіолетове.

Одночасно проводять контрольний досвід з тією ж кількістю реактивів, але без аналізованого розчину.

Визначення масової частки нерозчинного у воді осаду

2,5 г сульфату алюмінію зважують (результат зважування записують з точністю до четвертого десяткового знака), поміщають в стакан місткістю 250

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

см³ і доливають 100 см³ води, нагрітої до 60-70 °С. Після перемішування розчину нерозчинний залишок фільтрують і промивають його водою, нагрітою до 60-70 °С, до відсутності сульфат-іона в промивних водах (проба з хлоридом барію). Фільтр з осадом висушують, спалюють і прожарюють до постійної маси в муфельній печі при температурі 950-1000 °С.

Визначення масової частки заліза у перерахунку на оксид заліза (III)

5 см³ розчину поміщають в мірну колбу місткістю 100 см³ додають 1 см³ розчину сірчаної кислоти концентрації 1 моль/дм³, 4 см³ розчину гідрохлориду гідроксиламіну, 4 см³ розчину оцтовокислого натрію, 4 см³ розчину о-фенантроліну або 2,2'-дипіридилу і доводять до мітки водою. Після додавання кожного реактиву вміст колби перемішують. Одночасно проводять контрольний досвід в тих же умовах, з тією ж кількістю реактивів, але без аналізованого розчину. Оптичну щільність аналізованого розчину вимірюють на фотоелектричні колориметрі.

Визначення масової частки вільної сірчаної кислоти

20 см³ розчину поміщають в конічну колбу місткістю 250 см³, додають 4-5 крапель пероксиду водню і дають постояти 3-4 хв. Потім піпеткою доливають 5 см³ розчину сірчаної кислоти, 25 см³ розчину щавлевокислого калію, 6 крапель розчину метилового червоного, 25 см³ розчину хлористого магнію і повільно, при інтенсивному збовтуванні, титрують розчином гідроксиду натрію до переходу рожевого забарвлення розчину в жовту.

Одночасно проводять контрольний досвід в тих же умовах і з тією ж кількістю реактивів, але без аналізованого розчину.

Визначення масової частки арсену в перерахунку на оксид арсену (III)

10 см³ розчину поміщають в колбу приладу, доливають 10 см³ води, 20 см³ розчину сірчаної кислоти, 0,5 розчину хлориду олова (II), перемішують, швидко насипають близько 5 г свинцю і відразу ж закривають колбу пробкою з насадкою.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Розчин обережно перемішують обертальними рухами і залишають у спокої на 1,5 ч.

Забарвлення бромнортутного паперу від аналізованого розчину порівнюють із забарвленням паперу від розчину, що містить 2,5 см³ розчину Б для продукту вищого і 1-го сортів (7,0 см³ розчину Б для продукту 2-го сорту), 10 см³ води, 20 см³ розчину сірчаної кислоти, 0,5 см³ розчину хлориду олова (II) і 5 г цинку [15].

Висновок до розділу 4

У даному розділі були наведені методи контролю якості сульфату алюмінію та технологічні вимоги до якості.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Екологічна безпека поряд з політичною, воєнною, економічною, інформаційною та іншими видами безпеки нині розглядається як один із важливих складових елементів національної безпеки держави. Сформувалося визнання нерозривного зв'язку між добробутом громадян та безпекою держави. У цьому напрямку діяльність держави повинна бути ефективною, чутливою до змін у навколишньому середовищі, щоб забезпечити належний захист своїх громадян від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, а також надавати допомогу у разі надзвичайних ситуацій [16].

Необхідність цілеспрямованого та ефективного вирішення екологічних проблем у регіоні зумовлена внутрішніми та зовнішніми чинниками. До внутрішніх чинників слід віднести в першу чергу нераціональне природокористування, надмірне забруднення навколишнього природного середовища, особливо водних, земельних ресурсів та атмосферного повітря, деградацію довкілля в цілому.

Рациональне використання природно-ресурсного потенціалу є базисом забезпечення екологічної безпеки реструктуризаційних процесів хімічних підприємств [17].

Екологічну безпеку необхідно поєднати з процесом реструктуризації підприємств хімічної промисловості. Під екологічною безпекою розуміється стан навколишнього природного середовища, який за допомогою технічних та організаційно-економічних заходів приводить до відтворення природно-ресурсного потенціалу, попередження техногенного навантаження на довкілля.

Забезпечення екологічної безпеки при реструктуризації хімічних підприємств та екологічні обмеження в господарському використанні природних

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.062.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>			<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					62	76
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

ресурсів призведуть до зменшення економічних витрат. Для цього слід використовувати альтернативні ресурси, маловідходні технології, замінити екологічно-несприятливі вироби та послуги на екологічно досконаліші або такі, що ведуть до зниження матеріало- і енергомісткості виробництв на основі індикаторів екологічної безпеки.

Класифікацію екологічної безпеки розглянемо за ознаками, які поряд з існуючими: за джерелами небезпеки, масштабами шкідливого впливу, територіальним принципом, характером наслідків, доповнюються такими: за ефективністю, за стратегічними напрямками забезпечення, за заходами забезпечення, за часом забезпечення, за рівнем ризиковості, за рівнем інноваційного забезпечення.

Залежно від джерел небезпеки екобезпека диференціюється на технічну, хімічну, токсичну, біологічну, гідротехнічних споруд, транспортних засобів тощо.

Виходячи з масштабів шкідливого впливу і наслідків аварій і катастроф у конкретній місцевості, можна виділити зовнішню і внутрішню екологічну безпеку. Під «внутрішньою екобезпекою» розуміють діяльність працівників підприємств, установ, організацій, які виконують роботи, пов'язані з джерелом підвищеної небезпеки (персоналу), які свідомо йдуть на екологічний ризик та ставлять себе в залежність від негативного екологічного впливу.

Оперативна екобезпека спрямована на створення безпечних умов на виробництві та швидке реагування на надзвичайну ситуацію з метою ліквідації диспропорцій, забезпечення досягнення запланованих результатів протягом короткострокового періоду. Під поточною розуміється екобезпека, яка за рахунок екологічних заходів забезпечує ефективність у середньостроковій перспективі. Під стратегічною розуміється екобезпека, яка за рахунок обрання відповідної екологічної стратегії підприємства ефективна в довгостроковому періоді. Результатом може бути комплекс різних заходів, спрямованих на

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

здійснення основних функцій і завдань з екопланування, які взаємодіють один з одним, а також впровадження енергозберігаючих технологій на підприємстві.

- *За рівнем ризику* виділяють: низькоризикову, ризикову, середньоризикову, високоризикову.

При низькоризиковій екобезпеці виникнення екологічних ризиків не приводить до незворотних наслідків у навколишньому середовищі. Під ризиковою екобезпекою розуміється рівень екологічного ризику, який несуттєво впливає на довкілля та населення, що проживає на даній території. Під середньоризиковою екобезпекою розуміється такий рівень ризику, при якому можуть мати місце наслідки середньої тяжкості щодо впливу на довкілля. За високоризикової екобезпеки рівень екоризику може привести до незворотного екологічного лиха.

- *За рівнем інноваційного забезпечення розрізняють* екологічну безпеку, яка забезпечена інноваційними рішеннями та екологічну безпеку, що базується на традиційних рішеннях.

Під рівнем інноваційного забезпечення екологічної безпеки розуміється такий рівень екологічної безпеки, забезпечення якої досягається шляхом застосування екологічно спрямованих стратегій та відповідних організаційних та економічних інструментів, що приводить до зменшення використання природних ресурсів та зниження антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Забезпечення екологічної безпеки традиційними рішеннями характеризують заходи «кінця труби», які передбачають збільшення коефіцієнту очищення викидів та скидів, а не запобігання їхнього виникнення [18].

5.1. Характеристика відходів при виробництві сульфату алюмінію

Менша витрата пари за рахунок використання реактора з мішалками; мінімальні відходи виробництва внаслідок організації безстічної технології. Всі

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		64

конденсовані пари і промивні води використовуються для приготування пульпи гідроксиду алюмінію. Пароповітряна суміш з реактора проходить через бризкоуловлювач, при цьому зконденсовані пари води і бризки плаву повертаються в реактор варіння сульфату алюмінію [9,11].

5.2. Охорона праці на підприємстві

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Наведене вище визначення охорони праці, встановлене Законом України «Про охорону праці», свідчить, що охорона праці являє собою сукупність законів, нормативно-правових актів, а також комплекс різноманітних заходів та засобів, які забезпечують безпеку праці, збереження життя, здоров'я та працездатності людей при виконанні ними трудових обов'язків.

Охорона праці водночас вирішує два завдання. Одне з них – інженерно-технічне, що передбачає запобігання небезпечним подіям під час трудового процесу шляхом:

- заміни небезпечних матеріалів менш небезпечними;
- переходу на нові технології, які зменшують ризик травмування і захворювання;
- проектування і конструювання устаткування з урахуванням вимог безпеки праці;
- розробки засобів індивідуального та колективного захисту.

Друге завдання – соціальне, пов'язане з відшкодуванням матеріальної та соціальної шкоди, отриманої внаслідок нещасного випадку або роботи в несприятливих умовах, тобто захист працівника та його прав.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з поставлених перед нею завдань, охорона праці складається з правових та організаційних основ, виробничої санітарії, виробничої та пожежної безпеки на виробництві.

Правові та організаційні основи охорони праці являють собою комплекс взаємопов'язаних законів та інших нормативно-правових актів, соціально-економічних та організаційних заходів, спрямованих на правильну і безпечну організацію праці, забезпечення працюючих засобами захисту, компенсацію за важку роботу та роботу в шкідливих умовах, навченість працівників безпечному веденню робіт, регламентацію відповідальності та відшкодування шкоди в разі ушкодження здоров'я працівника або його смерті.

Виробнича санітарія – комплекс організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів, спрямованих на запобігання або зменшення дії на працюючих шкідливих виробничих факторів.

Виробнича безпека – безпека від нещасних випадків та аварій на виробничих об'єктах і від їхніх наслідків, що забезпечується комплексом організаційних і технічних заходів та засобів, спрямованих на запобігання або зменшення дії на працівників небезпечних виробничих факторів.

Пожежна безпека на виробництві – комплекс заходів та засобів, спрямованих на запобігання запалювань, пожеж та вибухів у виробничому середовищі, а також на зменшення негативної дії небезпечних та шкідливих факторів, які утворюються в разі їхнього виникнення [19].

Основними складовими безпеки праці на виробництві є:

- безпечне виробниче обладнання;
- безпечні технологічні процеси;
- організація безпечного виконання робіт.

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- вибором принципів дії, джерел енергії, параметрів робочих процесів;
- мінімізацією енергії, що споживається чи накопичується;
- застосуванням вмонтованих в конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- дотриманням ергономічних вимог, обмеженням фізичних і нервовопсихологічних навантажень працівників.

Виробниче обладнання при роботі як самостійно, так і в складі технологічних комплексів повинно відповідати вимогам безпеки протягом всього періоду його експлуатації.

Матеріали конструкції виробничого обладнання не повинні бути фактором можливої небезпечної і шкідливої дії на організм працюючих, а виникаючі в процесі роботи обладнання навантаження в окремих його елементах не повинні досягати небезпечних значень. При неможливості реалізації останньої вимоги в конструкції обладнання необхідно передбачати засоби захисту, огороження і т. ін.

Небезпечні зони виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо) як потенційні джерела травмонебезпеки повинні бути огорожені, теплоізовані або розміщені в місцях, що виключають контакт з ними персоналу.

Зажимні, вантажозахоплювальні та вантажопідіймальні пристрої тощо повинні виключати можливість виникнення небезпеки при раптовому відключенні енергії, а також самовільну зміну стану цих пристроїв при відновленні енергоживлення.

Виробниче обладнання повинно бути пожежовибухобезпечним в передбачених умовах його експлуатації та не накопичувати зарядів статичної електрики в небезпечній для працюючих кількості.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	<i>Арк.</i>
						67
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи мікроорганізмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих витоків. За відсутності таких пристроїв, в конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації витоків. За необхідності згадані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дія на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Виробниче обладнання повинно бути забезпечене місцевим освітленням, виконаним відповідно до вимог чинних нормативів з урахуванням конкретних виробничих умов, якщо його відсутність може спричинювати перенапруження органів зору або інші небезпеки, пов'язані з експлуатацією цього обладнання.

Однією із складових безпеки виробничого обладнання є конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. Розробляючи конструкції робочого місця слід дотримуватися вимог чинних нормативів. При цьому розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій в зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працюючих. Перевагу слід віддавати виконанню робочих операцій в сидячому положенні, або чередуванні положень сидячи і стоячи — якщо виконання робіт не вимагає постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг повинна відповідати ергономічним вимогам.

Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи і при можливих

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішніх впливах, передбачених ТЗ. На робочих місцях повинні бути написи, схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття інформації.

Центральний пульт управління технологічним комплексом обладнується сигналізацією, мнемосхемою або іншими засобами відображення інформації про порушення нормального режиму функціонування кожної одиниці виробничого обладнання, засобами аварійної зупинки всього комплексу або окремих його одиниць — якщо це не призведе до подальшого розвитку аварійної ситуації.

Пуск виробничого обладнання в роботу, а також повторний пуск після його зупинки, незалежно від її причини, має бути можливим тільки шляхом маніпулювання засобами управління пуском. Засоби аварійної зупинки після спрацювання повинні залишатися в положенні зупинки до їх повернення у вихідне положення обслуговуючим персоналом. Повернення засобів аварійної зупинки у вихідне положення не повинно приводити до пуску обладнання.

Повне чи часткове припинення енергопостачання з наступним його відновленням, а також пошкодження мережі управління енергопостачанням не повинно призводити до виникнення небезпечних ситуацій.

Засоби захисту, що входять в конструкцію виробничого обладнання, повинні: забезпечувати можливість контролю їх функціонування; виконувати своє призначення безперервно в процесі роботи обладнання; діяти до повної нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту; зберігати функціонування при виході із ладу інших засобів захисту. За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого обладнання, схемою управління повинні передбачатися відповідні блокування тощо.

Виробниче обладнання під час монтажу, ремонту, транспортування та зберігання якого застосовуються вантажопідіймальні засоби, повинно мати

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

відповідні конструктивні елементи або позначені місця для приєднання вантажозахоплювальних пристроїв з зазначенням маси обладнання. Якщо технічними умовами передбачено переміщення обладнання без застосування вантажопідіймальних засобів, то таке обладнання повинно мати відповідні елементи або форму для захоплення рукою.

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є: усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що є вірогідними чинниками небезпек; заміна технологічних процесів та операцій, що пов'язані з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких зазначені фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю; комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами і операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; герметизація обладнання; застосування засобів колективного захисту працюючих; раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності й гіподинамії, а також обмеження важкості праці; своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації); впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання; своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, забезпечення пожежної й вибухової безпеки.

При визначенні необхідних засобів захисту потрібно керуватися вказівками відповідних розділів стандартів ССБТ за видами виробничих процесів та групами виробничого обладнання, що використовуються у цих

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						70
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

процесах. Перелік діючих стандартів стосовно процесів дається у покажчиках Держстандарту, що видаються кожен рік.

У виробничому приміщенні умови праці залежать від таких факторів, як розташування технологічного обладнання, організація робочого місця, сировина та заготовки, готова продукція. У кожному конкретному випадку вимоги безпеки до виробничих приміщень та площадок формуються, виходячи з вимог діючих будівельних норм та правил.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені діючими будівельними нормами та правилами.

Основними напрямками забезпечення безпеки праці має бути комплексна механізація й автоматизація виробництва, це є передумовою для корінного покращання умов праці, зростання продуктивності праці та якості продукції, сприяє ліквідації відмінності між розумовою й фізичною працею. Але при автоматизації необхідно враховувати психічні та фізіологічні фактори, тобто узгоджувати функції автоматичних пристроїв з діяльністю людини-оператора. Зокрема, необхідно враховувати антропометричні дані останнього та його можливості до сприйняття інформації.

У автоматизованому виробництві необхідне також суворе виконання вимог безпеки під час ремонту й налагодження автоматичних машин та їх систем [20].

Висновок до розділу 5

У даному розділі наведена характеристика відходів виробництва та раціональні шляхи знешкодження їх під час безпосереднього процесу отримання добавки. Проаналізовано заходи щодо безпеки праці на виробництві робітників та обладнання.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						71
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

1. У даному дипломному проєкті було проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури на підставі якого було розглянуто удосконалення виробництва сульфату алюмінію Е 520.

2. Удосконалено принципову та апаратурно-технологічну схему та розраховано матеріальний та тепловий баланси.

3. На підставі розрахованого матеріального балансу проведено підбір основного технологічного обладнання. Наданий розрахунок реактора з рамною мішалкою: діаметр мішалки 0,8 м; висота корпусу 1,5 м; потужність електродвигуна 0,7 кВт.

4. Розраховано економічну ефективність виробництва сульфату алюмінію. Рентабельність такого виробництва складає 7,6 %, а собівартість кілограму сульфату алюмінію 27,7 грн.

5. Запропоновані методи контролю якості сульфату алюмінію та технологічні вимоги до якості.

6. Додавання в стехіометричній кількості реагентів, нейтралізація плаву сульфату алюмінію, відстоювання, заміна мішалки в реакторі на рамну – ці удосконалення дозволяють отримати більш чистий готовий продукт, а також забезпечити безпечну працю персоналу на виробництві.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.072.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					72	76
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Короткевич О.С. Пищевые добавки: методические указания по выполнению самостоятельной и контрольных работ/ О.С. Короткевич // Новосиб. гос. аграр. ун-т. Биолого-технологический факультет.- Новосибирск, 2017. - 46 с.
2. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. / Л.А. Сарафанова. – С-Пб.: ГИОРД, 2004. – 808 с.
3. Позняковский В.М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки : учебник / В.М. Позняковский, О.В. Чугунова, М.Ю. Тамова ; под общ. ред. проф. В.М. Позняковского. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 143 с.
4. Сульфат алюминия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://prodobavki.com/dobavki/E520.html>
5. E 520 – сульфат алюминия, отвердитель. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://hudey.net/pishchevyue-dobavki/e520.html>
6. Запольский, А.К. Сернокислотная переработка высококремнистого алюминиевого сырья. / А. К. Запольский.- Киев: Наукова думка, 1981. - 208 с.
7. Запольский, А.К. Производство сернокислотного алюминия и коагулянтов на его основе: Химия и технология воды. / А. К. Запольский. - №5, 1979. - С.15-16.
8. Позин, М. Е. Технология минеральных солей. ч.1. / М. Е. Позин. - Л.: Химия, 1974. - 791 с.
9. Авербух, Я.Д. Процессы и аппараты химической технологии.ч.1. /, Я.Д. Авербух, Ф. П. Заостровский, Л. Н. Матусевич. - Свердловск: УПИ, 1969. - 308 с.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.073.ДП.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколаєнко Б.</i>			<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>		<i>Макаренко О.Г.</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
					73	76	
					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		

10. Сидоров, Ю. І. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості: навч. посіб. / Ю. І. Сидоров, В. І. Чуєшов, В. П. Новіков. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2010. – 816 с.
11. Запольський, А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. / А. К. Запольський. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
12. Молчанова Е. Д. Управление качеством : [курс лекций] / Молчанова Е. Д. – Улан-Уде : ВСГТУ, 2004. – 96 с.
13. Шаповал М.І. Менеджмент якості: Підручник. – К.: Т-во "Знання", КОО, 2003. – 475 с. – (Вища освіта ХХІ століття).
14. Маркетингова товарна політика [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Є. Ю. Вершигора ; Хмельниц. екон. ун-т. - Тернопіль : Астон, 2015. – 407 с.
15. Алюминия сульфат технический очищенный. Технические условия (с Изменениями N 1, 2): ГОСТ 12966-85 - [Введ. в действие 01.01.1987]. - Государственный комитет стандартов, 1987.
16. Хлобистов Є. В. Екологічні чинники державної стратегії сталого економічного розвитку / Економічний розвиток України: інституціональне та ресурсне забезпечення: монографія / Є. В. Хлобистов, О. М. Алимов, А. І. Даниленко, В. М. Трегобчук. – К.: Об'єднаний інститут економіки НАН України, 2005. – 540 с.
17. Хвесик М. А. Економіко-правове регулювання природокористування: [моногр] / М. А.Хвесик, Л. М. Горбач, Ю. П. Кулаковський – К.: Кондор, 2004. – 524с.
18. Хлобистов Є. В. Економічна безпека України у глобальних викликах сучасності / Є. В. Хлобистов // Механізм регулювання економіки. – 2008. – № 4. – Том 1. – С.157 – 162.
19. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В.В.Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

20. Основи охорони праці: Підручник. 3-тє видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк, Ю. О. Полукаров, Т. Є. Луц. За ред. К. Н. Ткачука. – К. : Основа, 2014. – 456 с.
21. Патент 32443 UA, МПК С 01 F 7/74 Спосіб одержання сульфату алюмінію / Коваленко Є. П., Мальцев А. С., Козін К. В., Тутинін В. М., Мовсесов Е. Є., Сєдова Л. П., Спирягіна О. В., Мовсесов К. Е.; заявник Відкрите акціонерне товариство "Миколаївський глиноземний завод". - № а 96072942; заявл. 23.07.1996; опубл. 15.12.2000, Бюл. № 7, 2000 р.
22. Єфімов О. В. Конструкції, матеріали, процеси і розрахунки реакторів і парогенераторів АЕС [Електронний ресурс] : навч. посібник / О. В. Єфімов, М. М. Пилипенко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текстові дані. – Харків, 2015. – 268 с.
23. Економіка, організація та управління хімічних виробництв: [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до вивчення дисципліни, проведення практичних занять та виконання контрольної роботи для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання / уклад. Г.Ф.Ємцева – К.: НУХТ, 2019. - 96 с.
24. Харчова добавка Е 520: властивості та застосування / Богдана Ніколаєнко, Тетяна Бойчук // 86 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів, студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем людства у ХХІ столітті» - Київ, 2020. – (НУХТ). – (2). – С. 277
25. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології для студентів напряму підготовки 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навчання [Електронний ресурс] / уклад. : О. Г. Макаренко, І. В. Житнецький. - К. : НУХТ, 2015. - 21 с.
26. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

технологія» денної та заочної форм навчання /уклад.: О.Г Макаренко, О.В
Подобій, Т.М. Бойчук та ін. – К.: НУХТ, 2020. – 66 с.

					Арк.
					76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ