

**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 алкілсульфат натрію

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 15

Олесюк Валерія Дмитрівна  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник Радзієвська Ірина Геронтіївна  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультанти Житнецький І.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент Мельник О.П.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# 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 ТЖХТ

Т.Т.Носенко

“05” травня 2020 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Олесьюк Валерія Дмитрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва алкілсульфат натрію

Керівник роботи Радзівська Ірина Геронтіївна к.т.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 передбачити отримання алкілсульфат натрію шляхом сульфуння олефінів. Маса вихідного виїхідної сировини становить 2210 кг.

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

Вступ; Розділ I. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ II. Технологічна частина; Розділ III. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ IV. 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 частин	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	<b>06.05.2020р.</b>	<b>01.06.2020р.</b>

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	26.05-27.052020р.	
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.- 10.06.2020р.	

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олесюк В.Д.  
(прізвище та ініціали)

Радзівська І.Г.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: С.86, РИС.4, ТАБЛ.17, ДЖЕРЕЛ 38.

Тема дипломного проекту удосконалення виробництва алкілсульфат натрію.

В дипломному проекті наведена інформація про поверхнево-активні речовини, їх класифікація, загальні відомості про алкілсульфати, а саме алкілсульфат натрію.

Описано вимоги щодо якості сировини та готового продукту за відповідними нормативними документами. Підібране основне обладнання, для виробництва, розрахований матеріальний та тепловий баланс. Описано принципово-технологічну і апаратно технологічну схеми. Проаналізовано екологічні аспекти виробництва даної добавки та наведений економічний розрахунок.

Одними з найбільш розповсюджених синтетичних ПАР є алкілсульфати. Вони володіють високою поверхневою активністю, піноутворюючою і диспергуючою властивостями. Їх використовують в косметиці як ефективні диспергатори, солубілізатори, пом'якшувачі і т.п. Використання добавки Е-487 в харчовій промисловості заборонено через негативного її впливу на організм людини. Основне застосування лаурилсульфата натрію полягає у виробництві засобів побутової хімії, різних миючих речовин і шампунів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВІ ДОБАВКИ , ПАР, ЛАУРИЛСУЛЬФАТ НАТРІЮ, ЕМУЛЬГАТОРИ, ПІНИ, ТЕХНОЛОГІЯ, ВИРОБНИЦТВО, АВТОКЛАВ, ЕКОЛОГІЯ.

## **ABSTRACT**

EXPLANATORY NOTE: P.86, FIG. 4, TABLE 17, SOURCE 38.

The topic of the diploma project is to improve the production of sodium alkyl sulfate. The diploma project provides information on surfactants, their classification, general information about alkyl sulfates, namely sodium alkyl sulfate.

The requirements for the quality of raw materials and finished product according to the relevant regulations are described. Selected basic equipment for production, calculated material and heat balance. The basic-technological and hardware-technological schemes are described. The ecological aspects of production of this additive are analyzed and the economic calculation is given.

One of the most common synthetic surfactants are alkyl sulfates. They have high surface activity, foaming and dispersing properties. They are used in cosmetics as effective dispersants, solubilizers, emollients, etc. The use of additives E-487 in the food industry is prohibited due to its negative impact on the human body. The main application of sodium lauryl sulfate is in the production of household chemicals, various detergents and shampoos.

**KEY WORDS: FOOD ADDITIVES, STEAM, SODIUM LAURYL SULFATE, EMULSIFIERS, FOAMS, TECHNOLOGY, PRODUCTION, AUTOCLAVE, ECOLOGY.**

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .	10
1.1. Загальні властивості поверхнево-активних речовин.....	10
1.2. Властивості і призначення алкілсульфатів .....	16
1.3. Вплив лаурилсульфату натрію на організм людини .....	19
1.4. Ринок застосування алкілсульфатів в Україні .....	20
1.5. Промислові способи отримання алкілсульфату натрію .....	22
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	24
2.1. Характеристика сировини для виробництва алкілсульфату натрію .....	24
2.2. Принципова технологічна схема та її опис .....	28
2.2. Розрахунок матеріального балансу .....	32
2.3. Опис технологічно-апаратурної схеми .....	34
2.4. Розрахунок тепловго балансу .....	37
2.5. Розрахунок та підбір основного обладнання .....	39
2.5.1. Резервуари для зберігання сировини .....	39
2.5.2. Змішування компонентів .....	40
2.5.3.Автоклав для гідрогенізації диалкілсульфату .....	41
2.5.4. Прилад для розділення суміші.....	43
2.5.5. Екстракційна колона .....	43
2.5.6.Чотирикорпусна випарна установка .....	44
2.6. Розрахунок автоклаву для гідрогенізації .....	44
2.6.1.Технологічний розрахунок .....	44

					<b>ННІХТ.4-15.020.161.006.ДП.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Олесюк В.Д.			<b>ЗМІСТ</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Радзієвська І.Г.				6	85	
<i>Реценз.</i>						НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>		Подобій О.В.						
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

2.6.2. Визначення поверхні теплопередачі .....	47
2.6.3. Кінематичний розрахунок .....	50
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	56
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ .....	67
4.1. Токсикологічна характеристика .....	67
4.2.Визначення показників якості .....	67
РОЗДІЛ 5.ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ .....	73
5.1. Екологія при виробництві лаурилсульфату натрію.....	73
5.2. Охорона праці при виробництві лаурилсульфат натрію.....	76
ВИСНОВОК .....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	83
ДОДАТКИ .....	87

					<b>НАЗВА ДОКУМЕНТУ</b>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

В сучасному світі у всіх областях хімічної, косметичної, харчової промисловості використовують поверхнево-активні речовини (ПАР). За об'ємом виробництва, асортиментом на світовому рівні і важливість в господарстві, ПАР стоять на одному рівні з каучуками, барвниками, вибуховими речовинами та ін.

ПАР – представляють собою функціонально заміщені вуглеводи і їх класифікація визначається природою вуглеводного радикалу і функціональної групи.

Одними з найбільш розповсюджених синтетичних ПАР є алкілсульфати. Вони володіють високою поверхневою активністю, піноутворюючою і диспергуючою властивостями. При цьому перевага надається лінійним алкілсульфатам, оскільки вони легше біорозкладаються, ніж розгалужені. Їх використовують в косметиці як ефективні диспергатори, солюбілізатори, пом'якшувачі і т.п. Недоліком цього класу ПАР є їхня низька стійкість у воді.

Використання добавки Е-487 в харчовій промисловості заборонено через негативного її впливу на організм людини. Основне застосування лаурилсульфата натрію полягає у виробництві засобів побутової хімії, різних миючих речовин і шампунів.

**Мета роботи** – удосконалити технологію виробництва алкілсульфат натрію, з метою регенерації відходів.

У відповідності з поставленою метою були сформульовані основні задачі роботи:

- ознайомитись з науково-технічною літературою та розробити технологію виробництва алкілсульфату натрію;

					<i>ННІХТ.4-15.020.161.008.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		Олесюк В.Д.					8	85
<i>Перевір.</i>		Радзівська І.Г.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Подобій О.В.						
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

- дослідити вплив алкілсульфату на організм людини та її використання в виробництві косметичних та харчових продуктах;
- підібрати обладнання, розрахувати матеріальний і тепловий баланс, та економічну ефективність виробництва E-487;
- розглянути екологічні проблеми при виробництві алкілсульфату натрію;

**Об'єктом дослідження** є харчова і косметична добавка алкілсульфат натрію.

**Предмет дослідження** – технологія виробництва алкілсульфат натрію, методом сульфування олефінів.

					ВСТУП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1. Загальні властивості поверхнево-активних речовин

В сучасному світі у всіх областях хімічної, косметичної, харчової промисловості використовують поверхнево-активні речовини (ПАР). За об'ємом виробництва, асортиментом на світовому рівні і важливістю в господарстві, ПАР стоять на одному рівні з каучуками, барвниками, вибуховими речовинами та ін.

ПАР застосовують для дуже різноманітних цілей: в якості миючих агентів, для стабілізації дисперсних систем – емульсій, пін, суспензій, для зняття міцності оброблювальних матеріалів, покриття поверхонь і т.п [1].

В перспективі ринок буде вимагати все більш високі вимоги до якості ПАР. Підвищиться попит на дерматологічні м'які і полі функціональні ПАР. Вже зараз шампуні, гелі, піни мають в своєму складі не тільки миючі і очищаючі, але деякі додаткові властивості. Потрібні максимально м'які ПАР, які будуть володіти великим спектром дії [1].

Поверхнево-активні речовини (ПАР) є одними з компонентів, найбільш часто використовуваних при складанні рецептур різних косметичних препаратів.

Поверхнево-активні речовини здатні знижувати поверхневий натяг між фазовою межею в емульсії. Будучи адсорбованими в цих шарах, вони створюють на поверхні частинок дисперсної фази захисні плівки, що перешкоджають їх злипанню. На їх основі отримано багато емульгаторів для шампунів кремів спеціальних добавок і т.п.

Деякі ПАР характеризуються здатністю зберігати косметичні вироби від мікробіологічного псування і використовуються з цією ціллю в якості консервантів[2].

					<b>ННІХТ.4-15.020.161.010.ДП.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
<b>Розроб.</b>		Олесюк В.Д.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
<b>Перевір.</b>		Радзівська І.Г.					10	85
<b>Реценз.</b>						НУХТ Каф. ТЖХТ		
<b>Н. Контр.</b>		Подобій О.В.						
<b>Затверд.</b>		Носенко Т.Т						

ПАР – представляють собою функціонально заміщені вуглеводи і їх класифікація визначається природою вуглеводного радикалу і функціональної групи.

З'єднання, побудовані із неполярного вуглеводного радикалу і полярної функціональної групи, називаються дифільними. Полярна частина дифільної молекули є гідрофільною, а неполярна – гідрофобною[3].

Поверхнево-активні речовини, які використовуються в косметичній і харчовій промисловості діляться на три групи:

- 1) Аніонні;
- 2) Катіонні;
- 3) Амфотерні.

Аніонактивні речовини дисоціюють у воді, утворюючи негативно заряджені поверхнево - активні іони (аніони).

Аніонактивні ПАР володіють хорошою розчинністю у воді. Збільшення температури і швидкості перемішування розчину, а також зменшення молекулярної маси ПАР сприяє підвищенню їх розчинності.

Катіонактивні речовини при дисоціації у воді утворюють позитивно заряджені поверхнево-активні іони (катіони).

Всі катіонактивні ПАР – від кристалічних до рідких – повністю розчинні у воді, швидкість розчинення їх збільшується з збільшенням температури і швидкості перемішування розчину.

Катіонактивні ПАР володіють зниженою піноутворюючою здатністю, термічно менш стійкі, ніж аніонактивні, їх розкладання починається при температурі понад 150 °С.

Амфотерні ПАР мають дві функціональні групи, одна має кислий, друга – основний характер, наприклад карбоксильну і амінну групу. В залежності від середовища амфотерні з'єднання володіють аніонактивними і катіонактивними властивостями [2].

Амфотерні ПАР добре розчинні у воді, розчинність їх зменшується з збільшенням числа вуглецевих атомів в ланцюгу.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

Термічно малостійкі, в основному застосовуються при виробництві рідких шампунів, виробництво яких не пов'язано з використання високих температур.

Вище вказувалося, що для молекулярної будови більшості поверхнево-активних речовин характерним є наявність лінійних вуглеводневих ланцюгів з низькою залишковою спорідненістю на одному кінці молекул і груп з високою спорідненістю на іншому. У хімічному відношенні їх можна розділити на два класи – іоногенні і неіоногенні речовини.

Молекули неіоногенних речовин (значення яких поступово зростає) містять неіонізуючі кінцеві групи з високою спорідненістю, до складу яких зазвичай входять атоми кисню, азоту та сірки. Цей клас речовин має особливе значення для неводних систем, але ряд поверхнево-активних неіоногенних речовин широко і успішно застосовується і в водних системах в якості емульгаторів і миючих засобів [4].

Неіоногенні ПАР – це як правило, пастоподібні речовини, температура плавлення яких зростає при збільшенні степеня окисетилювання. В залежності від числа приєднання молекул етиленоксида неіоногенні ПАР можуть бути рідкими, пастоподібними і твердими. При розчиненні у воді ефірні атоми кисню приєднуються водневим зв'язком до молекул води. Розчинність неіоногенних ПАР у воді підвищується з збільшенням числа приєднаних молекул етиленоксида або в присутності інших поверхнево-активних речовин, але знижуються з підвищенням температури.

Піноутворююча здатність неіоногенних ПАР залежить від числа приєднаних молекул етиленоксида, температури, концентрації, але не залежить від жорсткості води. Вона підвищується з збільшенням числа приєднаних молекул етиленоксида (але не більше десяти молекул). Неіоногенні ПАР з високим вмістом молекул етиленоксида є піногасниками в складі рецептур низько пінних СМЗ.

Неіоногенні ПАР володіють найвищою солубілізуючою здатністю. Вона зростає з збільшенням довжини поліетиленглікольного ланцюга, досягається максимуму при наявності в ланцюгу 27 молекул етиленоксида

						АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
							122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Неіоногенна ПАР розкладається легше, ніж аніоноактивні, але біорозчинність їх знижується з збільшенням числа приєднаних груп етиленоксида і розгалуженої гідрофобної частини молекули [4].

Сульфати неіоногенних ПАР, отриманих на основі прямолінійних жирних спиртів, легко розкладаються, і довжина етиленоксидного ланцюга не являється на степінь і швидкість розкладу.

Іоногенні речовини, в свою чергу, складають два основні класи. Якщо довго ланцюгова вуглеводнева частина молекули з низькою спорідненістю входить до складу аніона, що утворюється у водному розчині, з'єднання відносять до аніоноактивних речовин.

Подальше розділення аніоноактивних і катіоноактивних речовин може бути проведено в залежності від характеру іоногенної групи. Для класу аніоноактивних речовин найважливіше значення мають карбоксильна група -COOH, сульфогрупна  $-SO_3H$  і група ефіра сірчаної кислоти  $OSO_3H$ , менше значення має ряд інших груп. Через вільний зв'язок, вказівки в формулах цих груп, вони безпосередньо або побічно з'єднуються з вуглеводневою довголанцюговою частиною молекули, яка володіє низькою спорідненістю. Для класу катіоноактивних речовин основними іоногенними групами є групи первинного, вторинного і третинного аміна, а також чотирьох заміщеного амонія. Інколи зустрічаються значно менші значення фосфонієва і сульфанілова групи [5].

Дві основні частини вказані поверхнево-активної молекули і часто безпосередньо пов'язані одна з одною, це має місце, наприклад, в сульфатах спиртів жирного ряду чи в галогенідах алкілпіридію. Але в інших випадках зв'язок гідрофобних і гідрофільних груп здійснюється через різні проміжні групи.

При попаданні в розчини ПАР газу утворюється піна. Піна являє собою гетерогенну систему, в якій бульбашки газу розділені тонкими прошарками рідини. Утворення піни пов'язано з великим збільшенням поверхні і це можливо тільки при малому поверхневому натягу розчинів.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		133

Частини забруднення можуть розташовуватись між бульбашками повітря і виноситься на поверхні розчину.

Піноутворююча здатність ПАР характеризується, поряд з поверхневою активністю самого ПАР, механічної міцності і в'язкості утворених плівок [6].

Утворення піни і її стійкість залежать від ряду факторів: молекулярної маси і структури молекул ПАР, концентрації ПАР, температури, і рН розчину, жорсткості води в розчині.

Деякі жири і вуглеводи не подаються розчиненню у воді, але в розчинах ПАР певної концентрації вони утворюють колоїдну систему. Рівноважний процес розчинення нерозчинених у воді речовин міцелярними розчинами називається солюбілізацією.

На солюбілізацію впливають: довжина і розгалуженість ланцюга ПАР, положення сульфатної групи, температури розчину, його концентрації, добавки і т.п.

Термічна стійкість ПАР залежить від їх будови, тривалості термічної дії і температури.

Поверхнево-активні речовини класифікують не по призначенню, сфери застосування чи фізичних властивостях, а на основі хімічної будови, тобто на основі різних в характері проміжних зв'язків між ними.

Загальна властивість молекул всіх ПАР – здатність адсорбуватись на міжфазній поверхні. Як вже зазначалося вище, молекули ПАР концентруються на поверхні розділу фаз, орієнтуючись таким чином, щоб полярні групи їх молекул були спрямовані до полярного середовища, а неполярні вуглеводневі радикали – до неполярної (часто масляної) фази [7].

Результатом такої адсорбції являється суттєве зниження поверхневого натягу на міжфазній межі і зменшення загальної енергії системи. Це приводить до стабілізації дисперсної системи. Дисперсні частинки одної фази, оточений шаром молекул ПАР і розподілені в другій фазі, взаємодіють між собою на відносно далеких відстанях, на яких переважають сили відштовхування між частинками. Стає неможливим злипання і коагуляція частинок дисперсної фази,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
						144
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в системі полегшується диспергування, перемішування.

Широко використовується в косметиці система «вода/масло» складається з двох не змішуваних між собою фаз: водна фаза (полярна) і масляна фаза (неполярна) . Поверхнево-активні речовини, добавлені до такої системи, завжди концентруються на поверхні розподілу двох фаз. При цьому ПАР зменшують поверхневий натяг, яке є на міжфазній поверхні і забезпечують стійкість емульсії. Крім того, завдяки зниженню поверхневого натягу покращується пом'якшення і розтікання косметичних композицій по шкірі.

Друга важлива властивість ПАР – це піноутворююча здатність, яка в сукупності з адсорбцією на міжфазній поверхні забезпечує миючу здатність ПАР. Важливою властивістю ПАР будь-якого типу є здатність до міцелоутворення. Міцели ПАР являють собою асоціати десятків і сотні дифільних молекул. Міцелоутворення в розчинах дифільних речовин роздивляються, або як рівноважну хімічну реакцію, яка підпорядковується закону діючих мас, або як виділення із перенасиченого розчину нової високодисперсної фази. У водних розчинах міцели ПАР утворюється при певній концентрації, яку називають критичною концентрацією міцелоутворення (ККМ), нижче ККМ міцели не стійкі. При концентрації ПАР вище ККМ в водному розчині мимовільно утворюються міцели, які існують в рівновазі з неасоційованими молекулами [8].

Таким чином, введення ПАР в різні вироби має різні цілі. Отже, молекули ПАР, знижують між фазний натяг, надають стійкості дисперсним системам (емульсіям, суспензіям), володіють миючою дією, утворюють піни, полегшують перемішування косметичних композицій. Зазвичай найкращий ефект досягається при використанні декількох різних ПАР, які володіють різними властивостями.

Адсорбуючись на межі поділу фаз і утворюючи агрегати (міцели), ПАР грають важливу роль в диспергуванні і розчиненні забруднення, в піноутворенні, в проявлянні, наприклад, бактерицидного ефекту, в його посиленні або інгібуванні іншими речовинами.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		155

Неперервне зростаюче виробництво ПАР збільшує забруднення водоймі. Найбільш ефективним і економічним методом очистки стічний водойм є біохімічний метод.

Біохімічна розчинність – це розкладені органічні речовини під дією ферментів, вироблених бактеріями і іншими мікроорганізмами. Біорозкладання протікає дуже повільно, кінцевими продуктами її є вода і діоксид вуглецю. Для масового виробництва і споживання СМЗ необхідно застосовувати такі ПАР і інші миючі речовини, які були би схильні порівняно швидкому і повному їх розкладу [9].

Хорошою біорозчинністю – на 80-90% володіють алкілбензолсульфонати з нерозгалуженою алкілним ланцюгом (C=10-14); вона збільшується при добавляні в розчин глюкози.

## 1.2. Властивості і призначення алкілсульфатів

Одними з найбільш розповсюджених синтетичних ПАР є алкілсульфати. Вони володіють високою поверхневою активністю, піноутворюючою і диспергуючою властивостями. При цьому перевага надається лінійним алкілсульфатам, оскільки вони легше біорозкладаються, ніж розгалужені. Їх використовують в косметиці як ефективні диспергатори, солюбілізатори, пом'якшувачі і т.п. Недоліком цього класу ПАР є їхня низька стійкість у воді.

Алкілсульфати – солі металів алкосульфанованих кислот – бувають первинні і вторинні.

Частіше інших поверхнево-активних речовин в складі косметичних рецептур, особливо в піномийних засобах використовується лаурилсульфат натрію, формала якого  $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$  [10].

Із різноманітних областей застосування ПАР емульсії і піни – одна із головних. Емульсії отримали саме широке застосування в різних областях народного господарства: виробництві ліків, нафтопереробки, текстильній, харчовій, косметичній промисловості та у сільському господарстві. Виробництво деяких пластичних мас і канчуків включають процеси, які протікають в емульсійній системі.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
						166
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не менш важливими в житті людини і в техніці є піни. Їх використовують при виробництві різноманітних речовин, при тушінні пожеж, в медицині, харчовій промисловості.

Для отримання стійких емульсій і пін необхідно стабілізувати речовини, в переважній більшості випадків поверхнево-активні.

Одним з найпопулярніших ПАР у виробництві шампунів являються алкілсульфати. У складі рідкого шампуню зазвичай застосовується триетаноламін алкілсульфат. Так як натрієвая сіль алкілсульфата не так добре розчиняється в воді, її застосування обмежується порошкоподібними або пастоподібних шампунями. У складі рідких шампунів вона застосовується самотійно або в поєднанні з поліоксигеналкілним ефіром сірчаної кислоти [11].

Насичені алкілсульфати з розгалуженим ланцюгом володіють кращою розчинністю, чим алкілсульфати з ланцюгом лінійної будови. Розчинність алкілсульфатів зменшується з збільшенням молекулярної маси, але збільшується при підвищенні температури розчину. Розчинність вторинних алкілсульфатів вища, ніж первинних однакової молекулярної маси, і зростає з переміщенням сульфатної групи від початку алкільного ланцюга до центру.

Пом'якшуюча дія розчинів первинних алкілсульфатів підвищується з збільшенням їх молекулярної маси, розчинів вторинних алкілсульфатів – по мірі переміщення сульфатної групи до центру молекули. Вторинні алкілсульфати володіють кращою пом'якшуючою дією, ніж первинні тої ж молекулярної маси.

Піноутворююча здатність первинних алкілсульфатів підвищується з збільшенням молекулярної маси до додецилсульфату (C=12), а потім знижується внаслідок зменшення розчинності більш високомолекулярних з'єднань. У вторинних алкілсульфатів вона підвищується при переміщенні сульфатної групи до середини алкільного ланцюга. На піноутворюючу здатність первинних і вторинних алкілсульфатів позитивно впливає додавання в розчин жирних спиртів і електролітів. В жорсткій воді піноутворююча

						АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
							177
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

здатність високомолекулярних алкілсульфатів різко знижується за рахунок утворення нерозчинних кальцієвих і других солей [12].

Солюбілізуюча здатність алкілсульфатів збільшується з підвищенням молекулярної маси чи при збільшенні їх концентрації в розчині. З'єднання з розгалуженим ланцюгом володіють кращою солюбілізуючою дією, ніж з нерозгалуженою.

Солюбілізуюча дія вторинних алкілсульфатів нижча, ніж первинних, добавляння в розчин електролітів веде до її збільшення.

Первинні алкілсульфати – досить стійкі з'єднання, вони не розкладаються при нагріванні до 190 °С. Але при тривалій дії підвищених температур приводить до їх розпаду з утворенням ненасичених вуглеводнів і гідросульфату натрію, що дуже не бажано, так як викликає перевитрати ПАР, зниження продуктивності установки.

Вторинні алкілсульфати термічно малостійкі і не застосовуються в виробництві СМЗ баштовим методом. Їх термічний розпад починається при 120 °С, а при 135 °С вони повністю розкладаються.

Багато поверхнево-активних речовин, являють собою моноефіри сульфатної кислоти, мають більш технічне значення.

По своїй будові вони можуть бути розділені на два великих класи:

- 1) речовини, що містять сульфатну групу, зв'язану безпосередньо з вуглеводневим ланцюгом;
- 2) речовини, що містять між сульфатною групою і вуглеводневим ланцюгом ту чи іншу проміжну групу [13].

ПАВ типу алкілсульфатів можна розділити на три головні групи:

1. Первинні алкілсульфати, отримуємо на первинних спиртах з лінійною вуглеводним ланцюгом. Ці спирти частково являються продуктами гідролізу природних жирів (наприклад, лауриловий  $C_{12}H_{23}OH$ , миристиловий  $C_{14}H_{28}OH$ ), але більшою частиною їх синтезують шляхом гідруванням вищих жирних кислот, отриманих окисленням парафіну, алюмінійорганічним синтезом чи оксосинтезом.

						АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
							188
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

В останніх випадках сировиною виявляються суміші первинних спиртів з підходящою довжиною алкільної групи.

2. Вторинні алкілсульфати ( типолі), отримують з  $H_2SO_4S$  і олефінів лінійної будови ( $\alpha$ -олефіни, отриманими термічним крекінгом парафіну або алюмінійорганічним синтезом), і також з вторинних спиртів, отриманих прямим окисленням м'якого парафіну. Сульфоефірні групи надходять в типолі ( через ізомеризацію) в будь-яких вторинних положеннях , тому вихідною сировиною можуть служити не тільки  $\alpha$ -олефіни, але і н-олефіни з внутрішнім положенням подвійних зв'язків , які отримані де гідруванням м'якого парафіну.

3. Ефіросульфати, отримані сульфуванням продуктів приєднують 2-3 моль оксиду етилену до спиртів або алкіл фенолам.

Поверхнево-активні властивості алкілсульфатів залежать від будови і довжини алкільної групи, а також від положення сульфатного залишку в ній. Ці властивості сильно знижуються при розриві вуглецевого ланцюга, що є однією з причин використання для їх синтезу спиртів і олефінів лінійної будови (інша причина полягає в тому, що розгалуження ланцюга приводить до поганої біорозчинності ПАР). Максимальна миюча здатність спостерігається у алкілсульфатів з кінцевим положенням сульфоефірної групи (тобто у первинних) і поступово зменшується, коли ця група знаходиться все далі від кінця ланцюга [14].

Максимальна миюча здатність для первинних алкілсульфатів досягається при 12-16 вуглецевих атомах в ланцюгу, а для вторинних алкілсульфатів при 15-18. Таким чином, для синтезу миючих речовин типу алкілсульфатів найбільш придатні первинні спирти і  $\alpha$ -олефіни  $C_{12}-C_{18}$  з прямим вуглецевим ланцюгом.

### 1.3. Вплив лаурилсульфату натрію на організм людини

На продуктах харчування лаурилсульфат вказують, як Е-487. Це стабілізатор, що допомагає, наприклад, довше зберігатися консервантам. Додаток так само підвищує в'язкість, згущує консистенцію. Це в холодці, желе.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		199

На території України добавка заборонена, визнана шкідливою для організму. Викладки вчених свідчать, що речовина відкладається в мозку, печінці, серці та легенях. Е-487 не виводиться ні з потом, ні з сечею, ні з калом.

Накопичуючись, ПАР здатний провокувати розвиток онкології. Лаурилсульфат завдає шкоди імунній системі. ПАР руйнує захисний бар'єр протеїнів. До речі, саме це призводить до почервоніння і лущення на шкірі [15].

Якщо в складі продукту виявлений стабілізатор Е-487, наглядові органи радять звернутися до них, тоді у магазині буде проведена перевірка. Шкоду лаурилсульфат натрію визнають не у всіх країнах. У ряді держав застосування Е-487 легально, наприклад, в Китаї та інших країнах Азії, Африки і Близького Сходу. До речі, в косметичній продукції ПАР позначається як SLS. Вважається, що його немає в категорії органічної продукції. Це нове віяння в сфері косметології. Але, деякі експерти провели дослідження і з'ясували, що SLS є і там, але в мінімальних дозах. Повністю чистими від лаурилсульфата виявилися лише кілька зразків. Але, і це не гарантія, що завтра в їх склад не включать гучний ПАР, не вказавши це на упаковці [16].

Використання добавки Е-487 в харчовій промисловості заборонено через негативного її впливу на організм людини. Основне застосування лаурилсульфата натрію полягає у виробництві засобів побутової хімії, різних миючих речовин і шампунів.

Лаурилсульфат натрію в світовій практиці застосовується як клінічна речовина яка провокує роздратування шкірних покривів з метою визначення найбільш оптимальних засобів загоєння тканин. При промисловому виробництві Е487 в складі речовини можуть бути утворені канцерогени і нітрати.

#### **1.4. Ринок застосування алкілсульфатів в Україні**

Асортимент синтетичних мийних засобів, представлених на ринку України, є дуже різноманітним, але хімічний склад їх доволі однотипний — переважну частку становлять мийні засоби на основі синтетичних аніоноактивних ПАР.

Найбільш потужним споживачем ПАР є виробництво порошкоподібних СМЗ

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в яких використовуються в основному алкілбензосульфони і алкілсульфати натрію. Потреба в таких ПАВ для виробництва мийних засобів задовольняється за рахунок імпорту з Росії, Німеччини, Туреччини, Китаю та інших країн.

Головним постачальником ПАВ усіх розглянутих груп є Німеччина, другою групою – Росія, яка збільшує постачання аніонних і неіонних ПАВ. Незначні обсяги припадають на деякі азійські країни, такі як Корея, Китай, Тайвань.

В Україні склалась унікальна ситуація щодо випуску синтетичних мийних засобів: високе мито на ввезення готової продукції (30 %) і низьке — на ввезення сировини для їх виробництва [17].

Провідні позиції щодо обсягу виробництва синтетичних мийних засобів займає компанія Procter & Gamble (близько 23 %). Велика частка продукції російського виробництва – це марки MrProper, Dreft, Fairy, Ace, Lenor та ін. З українського заводу Procter & Gamble Manufacturing Ukraine (Орджонікідзе, Дніпропетровська область) поставляються дешеві пральні порошки (Gala, Tide), а також туалетне мило (Shandy, Safeguard і Camay). Слідом за лідером йде компанія Henkel (США – ЄС). Через «Henkel – Україна» з ЄС і СНД експортується широкий спектр продукції під відомими марками Persil, Rex, Perwoll, Pur, Bref, Silan, Losk. На думку експертів, Henkel займає близько 15 % ринку побутової хімії. Проте в масштабах діяльності компанії, світовий об'єм продажів якої складає \$17 млрд, Україна займає не таке важливе місце, як для Procter&Gamble. Частка ринку інших компаній зарубіжних виробників, є незначною: вони поділяють між собою (залежно від регіону) 5-15 % українського ринку, та на сьогодні конкурують з найбільшими гравцями епізодично. Це, наприклад, дуже відомі в СНД торговельні марки від британської Unilever (Domestos, Cif), ізраїльської SanoBrunos (понад 15 видів очисників, дезинфекторів бачків Optima), німецької Werner&mertz (пральні, вибілювачі і очисники Frosch, Emsal). Вітчизняні торговельні марки складають лише 1-4 % ринку. Найбільш яскравим прикладом втрати українськими виробниками внутрішнього ринку може бути досвід підприємства «Вінницяпобутхім».

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
						221
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні постачання синтетичних мийних засобів для роздрібної торгівлі збереглися за Росією, зокрема компаніями Benckiser (ТМ Cilit, Vanish), Unilever (Domestos, CIF), «Невська косметика» та ін.; для Сербії – ТМ Pur; для США – продукція ТМ AMWAY.

Станом на 2018 рік в Україні виробляється менше половини необхідної кількості синтетичних мийних засобів, при тому що рівень споживання залишається одним із найвищих у Європі.

З 2016 р. споживання мийних засобів в Україні сягнуло 7,5 кг на одну людину на рік, включно з 4,9 кг порошкоподібних, 0,3 кг рідких мийних засобів і 2,3 кг мила[17].

З огляду на це, річна споживча ємність ринку України оцінюється в 350 тис. т, хоча 2014 р. офіційно було продано менше 50 % – лише 170 тис. тонн. Переважна більшість імпортованих мийних засобів в Україні – контрабанда.

### **1.5. Промислові способи отримання алкілсульфату натрію**

1) Відомий спосіб отримання додецилсульфата натрію по ГОСТ ТУ 6-09-07-1563-86, який включає: сульфатами додецилового спирту хлорсульфоновою кислотою (в середовищі оцтової кислоти), обробку сульфомаси аміловим спиртом, нейтралізацію, фільтрацію, сушку, перекристалізацію кінцевого продукту з етанолу. Спосіб складний, пов'язаний із застосуванням неприємно пахне і токсичного амілового спирту і великою витратою етанолу (приблизно 115 кг на 1 кг кондиційного кінцевого продукту). Тому отримання додецил (лаурил) -сульфата натрію для промислових цілей, як дешевого і доступного реагенту з даного способу вельми проблематично.

2) Відомий спосіб, який передбачає спосіб отримання алкілсульфатів, наприклад, алкілсульфата натрію, що включає сульфування лаурилового спирту хлорсульфоновою кислотою в середовищі розчинника – сульфомаси процесу сульфування (або в середовищі такого розчинника, як сірчаній ефір, хлороформ, тетрахлоретилен) при температурі не вище 35 ° С з подальшим видаленням хлористого водню, нейтралізацією 10% розчином лугу до рН 8,0, фільтрацією і сушінням.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновок до розділу 1

1. Проведено літературний пошук даних стосовно хімії та технології отримання виробництва алкілсульфат натрію. Проаналізовано фізико – хімічні властивості, вплив на організм людини, сфери застосування.

2. Одними з найбільш розповсюджених синтетичних ПАР є алкілсульфати. Вони володіють високою поверхневою активністю, піноутворюючою і диспергуючою властивостями. При цьому перевага надається лінійним алкілсульфатам, оскільки вони легше біорозкладаються, ніж розгалужені. Їх використовують в косметиці як ефективні диспергатори, солубілізатори, пом'якшувачі і т.п. Недоліком цього класу ПАР є їхня низька стійкість у воді.

3. Використання добавки E-487 в харчовій промисловості заборонено через негативного її впливу на організм людини. Основне застосування лаурилсульфата натрію полягає у виробництві засобів побутової хімії, різних миючих речовин і шампунів.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В якості сировини для виробництва алкілсульфату натрію використовуюють: олефіни, концентровану сульфатну кислоту, водний розчин гідроксиду натрію, етиловий спирт, бензин.

### 2.1. Характеристика сировини для виробництва алкілсульфату натрію

Алкени, олефіни – еталонні олефіни, характеризуються властивостями, наведеними в таблиці 2.1 [18]. Теоретичні бромні числа циклогексану і диізобутилену складають 194,6 і 142,4 відповідно, повинні відповідати вимогам ДСТУ 33550:2019 (ГОСТ 33550-2015,) «Дистиляти нафтові та олефіни аліфатичні.»

Таблиця 2.1

#### Фізичні властивості очищених олефінів

Речовина	Температура кипіння, °С	Густина при температурі 20°С, г/см <sup>3</sup>	Коефіцієнт заломлення D при температурі 20°С
Циклогексан	Від 82.5 до 83,5 включ.	0,8100	1,4465
Диізобутилен*	Від 101 до 102,5	0,7175±0,0015	1,4112
* Тільки для ізомера 2,2,4-триметил-1-пентан			

**Сульфатна кислота** – препарат відповідає нормам стандарту, якщо аналізований препарат, який на фоні молочного скла в якому проходить світло, не буде відрізнятись від дистильованої води, повинна відповідати вимогам ГОСТ 4204 – 77 «Сірчана кислота. Технічні умови.» [19].

					ННІХТ.4-15.020.161.024.ДП.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Олесюк В.Д.				ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.	Радзівська І.Г.						24	85
Консульт	Житнецький І.В.					НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.	Подобій О.В.							
Затверд.	Носенко Т.Т.							

## Сірчана кислота. Технічні умови

Назва показника	Норма		
	Хімічно чистий (х.ч.)	Чистий для аналізу (ч.д.а)	Чистий (ч.)
1. Масова частка сірчаної кислоти (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), %, не менше	93,6-95,6	93,6-95,6	93,6-95,6
2. Масова частка після прожарювання %, не більше	0,0006(0,001)	0,001(0,002)	0,005
3. Масова частка хлоридів (Cl) %, не більше	0,00002	0,00005	0,00010
4. Масова частка нітратів (NO <sub>3</sub> ) %, не більше	0,00002(0,00005)	0,00005	0,00050
5. Масова частка амонійних солей (NH <sub>4</sub> ) %, не більше	0,0001	0,0002	0,0005
6. Масова частка важких металів (Pb) %, не більше	0,0001	0,0002	0,0005
7. Масова частка заліза (Fe) %, не більше	0,00002(0,00005)	0,00005(0,00010)	0,00030
8. Масова частка миш'яку (As) %, не більше	0,000001	0,000003	0,000010

Арк.

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

25

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1	2	3	4
9.Масова частка селена (Se) %, не більше	0,0001	0,0001	0,0005
10.Масова частка речовини, яка відновлює $KMnO_4$ (в перерахунку $SO_2$ ) %, не більше	0,0002(0,0003)	0,0003(0,0004)	0,0004

По фізико-хімічним властивостям технічний гідроксид натрію повинен відповідати вимогам і нормам, які відповідають ГОСТу 55064-2012 «гідроксид натрію технічний. Технічні умови.» [20].

Таблиця 2.3

### Гідроксид натрію технічний. Технічні умови

Назва показника	Норма для марок				
	ТР	ТД	РД		РР
			Вищий сорт	сорт Перший	
1. Зовнішній вигляд	Маса білого кольору. Допускається слабке фарбування.	Плавлена маса білого кольору. Допускається слабке фарбування.	Безбарвна або пофарбована рідина. Допускається викристалізований осад		Безбарвна прозора рідина
2. Масова частка гідроксиду натрію, %, не менше	98,5	94,0	46,0	44,0	42,0
3. Масова частка карбонату	0,8	1,0	0,6	0,8	0,5

1	2	3	4	5	6
4. Масова частка хлориду натрію,%, не більше	0,05	3,5	3,0	3,8	0,05
5. Масова доля заліза,%, не більше	0,004(в перерахунку на оксид заліза III)	0,03(в перерахунку на оксид заліза III)	0,007 (в перерахунку на оксид заліза III)	0,02(в перерахунку на оксид заліза III)	0,0015(в перерахунку на оксид заліза III)
6. Сума малої частки оксидів заліза і алюмінію,%, не більше	0,02	Не нормується	Не нормується	Не нормується	0,02
7. Масова доля кремнієвої кислоти і перерахунку на діоксид кремнію,%, не більше	0,02	Не нормується	Не нормується	Не нормується	0,008
8. Масова доля сульфату натрію,%, не більше	0,03	0,4	Не нормується	Не нормується	0,03
9. Сума масової частки кальцію і магнію в перерахунку на кальцій,%, не більше	0,01	Не нормується	Не нормується	Не нормується	0,0003
10. Масова частка хлората натрію,%, не більше	0,01	0,06	0,25	0,3	0,01

1	2	3	4	5	6
11. Сума масових часток важких металів, осаджених сірководнем в перерахунку на свинець,%, не більше	0,01	Не нормується	Не нормується	Не нормується	0,0003
12. Масова частка ртуті,%, не більше	0,0005	Не нормується	Не нормується	Не нормується	0,0005
13. Масова доля нікеля,%,не більше	Не нормується	Не нормується	Не нормується	Не нормується	Не нормується

## 2.2. Принципова технологічна схема та її опис

При хорошій якості олефінів фракції C<sub>11</sub>- C<sub>30</sub> отримуємо вторинні алкілсульфати, по хімічній стійкості не відрізняються від первинних алкілсульфатів і є хорошими миючими речовинами. Для максимального виходу продукції необхідно підтримувати при сульфуванні температуру 5°С або навіть нижче. При більш високій температурі утворюються полімери і побічні продукти. Найбільший вихід досягається при температурі реакції – 15 °С, але для цього потрібно застосування розчинника. Практично буває достатнім один обсяг н-пентану на один обсяг олефіну [21].

Рівноважна суміш завжди містить значну кількість діалкілсульфатів, але їх утворення пригнічується застосуванням 1,5: 1 або більшого молярного відношення сірчаної кислоти до олефінів. Але і за цих умов 15-20% алкільних груп знаходиться в вигляді діалкілсульфатів

При найбільш сприятливих умовах отримують 90% моноалкілсульфатов, з них 90% є 2-ізомерами.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Сульфування олефінів і наступні операції здійснюють за технологічною схемою, зображеної на рис. 2.1.

Крекінг-дистилят і сірчану кислоту подасть в ректор- змішувач, який охолоджується пропаном. Готовий продукт містить до 95% моноалкілсульфатів і близько 5% діалкілсульфатів. Глибина сульфатирования дорівнює приблизно 98%.

Суміш після сульфування змішують змішується з 25%-вим розчином каустичної соди. Нейтралізований продукт (з рН 9) проходить через холодильник, охолоджується водою.

У цьому апараті за рахунок лугу, взятого в надлишку, відбувається гідроліз діалкілсульфатів [21].

В результаті гідролізу з однієї молекули діалкілсульфата утворюється одна молекула вторинного алкілсульфата і одна молекула вторинного спирту. У процесі нейтралізації утворюється сульфат натрію. Якщо залишити його в продукті, то це надасть негативний вплив в холодну пору на зовнішній вигляд готового продукту.

Практично виділення мінеральних солей здійснюють з додаванням ізопропілового (або іншого) спирту. Продукт після виходу з гідролізера охолоджують до 40 ° С і змішують з ізопропіловим спиртом з розрахунку 4 частини спирту на 1 частину маси. Спирт виконує функцію висоловочого реагенту і запобігає утворенню емульсій при наступних операціях.

Суміш надходить в висоловач , в якому розчин сульфату натрію опускається на дно, а розчинені алкілсульфати йдуть через трубопровід, розташований у верхній частині цього апарату.

Спиртовий розчин алкілсульфатів після виходу з висоловача розбавляють паровим конденсатом у відношенні 0,5: 1 паровим (до миючої речовини) і з цього розчину витягують низько киплячим бензином олефіни, парафін, полімери, вторинні спирти, які не прореагували.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операцію екстракції органічних речовин бензином здійснюють у дві стадії. Спочатку декантацією суміші, яка складається з відповідної кількості очищаючого продукту, бензину і води, потім екстракцією попередньо очищеного продукту бензином за принципом протитечії.

Екстракцію проводять при температурі 25-30 ° С. Бензиновий розчин нессульфатних з'єднань вводиться через верх колони, а з нижньої частини колони виводиться водно-спиртовий розчин алкілсульфатів, який не містить нессульфатні з'єднання.

Цей розчин випарюють в чотирикорпусному випарному апараті. В першому випарнику виділяється залишковий бензин, в другому – основна кількість спирту, а в третьому і четвертому випарниках випарюється вода.

Температура поступово підвищується від першого випарника до останнього, досягаючи в ньому 100-200 °С.

Випарювання розчину ведуть до досягнення концентрації алкілсульфатів 35-40.

Бензиновий розчин нессульфатних з'єднань піддаються дистиляції в колоні з тарілками. Відігнаний бензин повертають знову на виробництво, а з нижньої частини колони відводять нессульфатні органічні речовини.

Готовий продукт аналізують і коректують склад шляхом добавлення води і кислоти, щоб отримати товарний продукт, який відповідає технічним умовам.

Продукт ретельно фільтрують через фільтрпрес з відбільною землею, яка покращує зовнішній вигляд продукту і полегшує фільтрацію [22].

Отримуємо прозорий продукт світло-жовтого кольору з різною в'язкістю в залежності від концентрації алкілсульфатів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2. Розрахунок матеріального балансу

Вхідні дані:

$$M_{\text{ол}} = 0,144 \text{ кг/моль};$$

$$M_{\text{ал}} = 0,288 \text{ кг/моль};$$

$$M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,142 \text{ кг/моль};$$

$$G_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 480 \text{ кг}$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,098 \text{ кг/моль};$$

$$M_{\text{NaOH}} = 0,040 \text{ кг/моль}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 0,018 \text{ кг/моль};$$

$$M_{\text{сп}} = 0,046 \text{ кг/моль}.$$

$$G'_{\text{сп}} = 50 \text{ кг}$$

$$G_1 = 1\,000 \text{ кг};$$

$M_{\text{ол}}$  – молекулярна маса олефіну кг/моль;

$M_{\text{ал}}$  – молекулярна маса алкілсульфату кг/моль;

$M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$  – молекулярна маса натрій сульфату кг/моль;

$G_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$  – кількість виділеного натрій сульфату кг;

$M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – молекулярна маса сульфатної кислоти кг/моль;

$M_{\text{NaOH}}$  – молекулярна маса лугу кг/моль;

$M_{\text{H}_2\text{O}}$  – молекулярна маса води кг/моль;

$M_{\text{сп}}$  – молекулярна маса спирту кг/моль;

$G'_{\text{сп}}$  – кількість спирту яка не прореагувала кг;

$G_1$  – кількість отриманого алкілсульфату к

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Витрати олефінів:

а) на утворення алкілсульфату  $G'_{ол}$

$$G'_{ол} = \frac{M_{ол} \cdot G_1}{M_{ал}} = \frac{0,144 \cdot 1000}{0,288} = 500 \text{ кг} \quad (2.2.1)$$

б) на утворення  $Na_2SO_4$

$$G''_{ол} = \frac{M_{ол} \cdot G_{Na_2SO_4}}{M_{Na_2SO_4}} = \frac{0,144 \cdot 480}{0,142} = 486,76 \text{ кг} \quad (2.2.2)$$

2. Розраховуємо витрати олефінів :

$$Y_{ол} = G_{ол} - G'_{ол} - G''_{ол} = 1050 - 486,76 - 500 = 63,24 \text{ кг} \quad (2.2.3)$$

3. Кількість  $H_2SO_4$ , що витрачається в реакції:

а) при утворенні алкілсульфату

$$G'_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4} \cdot G_1}{M_{ал}} = \frac{0,098 \cdot 1000}{0,288} = 340,28 \text{ кг} \quad (2.2.4)$$

б) при утворенні  $Na_2SO_4$

$$G''_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4} \cdot G_{Na_2SO_4}}{M_{Na_2SO_4}} = \frac{0,098 \cdot 480}{0,142} = 331,28 \text{ кг} \quad (2.2.5)$$

4. Загальні витрати  $H_2SO_4$

$$Y_{ол} = G_{Na_2SO_4} - G'_{Na_2SO_4} - G''_{Na_2SO_4} = 700 - 340,28 - 331,28 = 28,44 \text{ кг} \quad (2.2.6)$$

5. Кількість  $NaOH$ , яка пішла на утворення алкілсульфату

$$G'_{NaOH} = \frac{M_{NaOH} \cdot G'_{ол}}{M_{ол}} = \frac{0,040 \cdot 500}{0,144} = 138,9 \text{ кг} \quad (2.2.7)$$

6. Розраховуємо витрати  $NaOH$

$$Y_{NaOH} = G_{NaOH} - G'_{NaOH} = 140 - 138,9 = 1,1 \text{ кг} \quad (2.2.8)$$

7. Розраховуємо кількість води яка виділилась

а) При сульфуванні олефінів

$$G'_{H_2O} = \frac{M_{H_2O} \cdot G'_{ол}}{M_{ол}} = \frac{0,018 \cdot 500}{0,144} = 62,5 \text{ кг} \quad (2.2.9)$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) при утворенні  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

$$G''_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot G_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}} = \frac{0,018 \cdot 480}{0,142} = 60,85 \text{ кг} \quad (2.2.10)$$

$$Y_{\text{H}_2\text{O}} = G'_{\text{H}_2\text{O}} + G''_{\text{H}_2\text{O}} = 62,5 + 60,85 = 123,35 \text{ кг} \quad (2.2.11)$$

8. Розраховуємо кількість води яка пішла на нейтралізацію алкілсульфатів

$$G''_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot G_1}{M_{\text{ал}}} = \frac{0,018 \cdot 1000}{0,288} = 62,5 \text{ кг} \quad (2.2.12)$$

9. Розраховуємо кількість спирту для розведення алкілсульфатів

$$G''_{\text{сп}} = \frac{M_{\text{сп}} \cdot G_1}{M_{\text{ал}}} = \frac{0,046 \cdot 1000}{0,288} = 159,7 \text{ кг} \quad (2.2.13)$$

10. Втрати спирту

$$Y_{\text{сп}} = G_{\text{сп}} - G'_{\text{сп}} - G''_{\text{сп}} = 250 - 50 - 159,7 = 40,3 \text{ кг} \quad (2.2.14)$$

Взято	Кг	Мас. %	Отримано	кг	Мас. %
Олефіни	1 050	47,5	Алкілсульфат		
$\text{H}_2\text{SO}_4$	700	31,68	натрію	1 000	55,72
NaOH	140	6,3	Спирт (який не		
Вода	70	3,18	прореагував)	50	2,8
Спирт	250	11,34	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	480	26,76
			Вода	123,35	6,9
			Витрати		
			- Олефіни	63,24	3,5
			- $\text{H}_2\text{SO}_4$	28,44	1,6
			- NaOH	1,1	0,06
			- Вода	7,5	0,41
			- Спирт	40,3	2,25
Всього	2 210	100,0	Всього	2 210	100,0

### 2.3. Опис технологічно-апаратурної схеми

Крекінг-дистилят і сірчану кислоту подасть в ректор з мішалкою 1, який охолоджується пропаном. Нейтралізований продукт (з рН 9) проходить через холодильник 7, охолоджується водою, потім поступає в автоклав 8 через перфоровану трубку.

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				

Продукт після виходу з гідролізера охолоджують до 40 ° С і змішують з ізопропіловим спиртом в інжекторі 11. Спирт виконує функцію висолюючого реагенту і запобігає утворенню емульсії при наступних операціях.

Суміш надходить в нейтралізатор 12, в якому розчин сульфату натрію опускається на дно, а розчинені алкілсульфати йдуть через трубопровід, розташований у верхній частині цього апарату. Контроль рівня здійснюється автоматичним рівнем [23].

Спиртовий розчин алкілсульфатів після виходу з висолювача розбавляють паровим конденсатом і з цього розчину витягують низькокиплячим бензином олефіни, парафін, полімери, вторинні спирти, які не прореагували.

У нижню частину колони 18 подають бензин, в верхню розбавлений спиртовий розчин алкілсульфатів і несультатних з'єднань. Бензиновий розчин несультатних з'єднань вводиться через верх колони, а нижньої частини колони виводиться водноспиртний розчин алкілсульфатів, який не містить несультатні з'єднання.

Цей розчин випарюють в чотирикорпусному апараті. В першому випарнику 27, виділяється залишковий бензин, в другому – основна кількість спирту, а в третьому і четвертому випарниках випарюється вода. Температура поступово підвищується від першого випарника до останнього, досягаючи в ньому 100-120 °С. Випарювання розчину ведуть до досягнення концентрації алкілсульфатів 35-40%. Пари спирту і бензину після віддачі тепла продукту, що надходить в перший корпус, конденсуються і розділяються назад у відстійник 38. Верхній шар з'єднують з продуктами, що надійшли з колони регенерації бензину 22 і повертаються в екстракційну колону 18. Нижній шар (спиртовий) ректифікують 40 рис 2.2.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

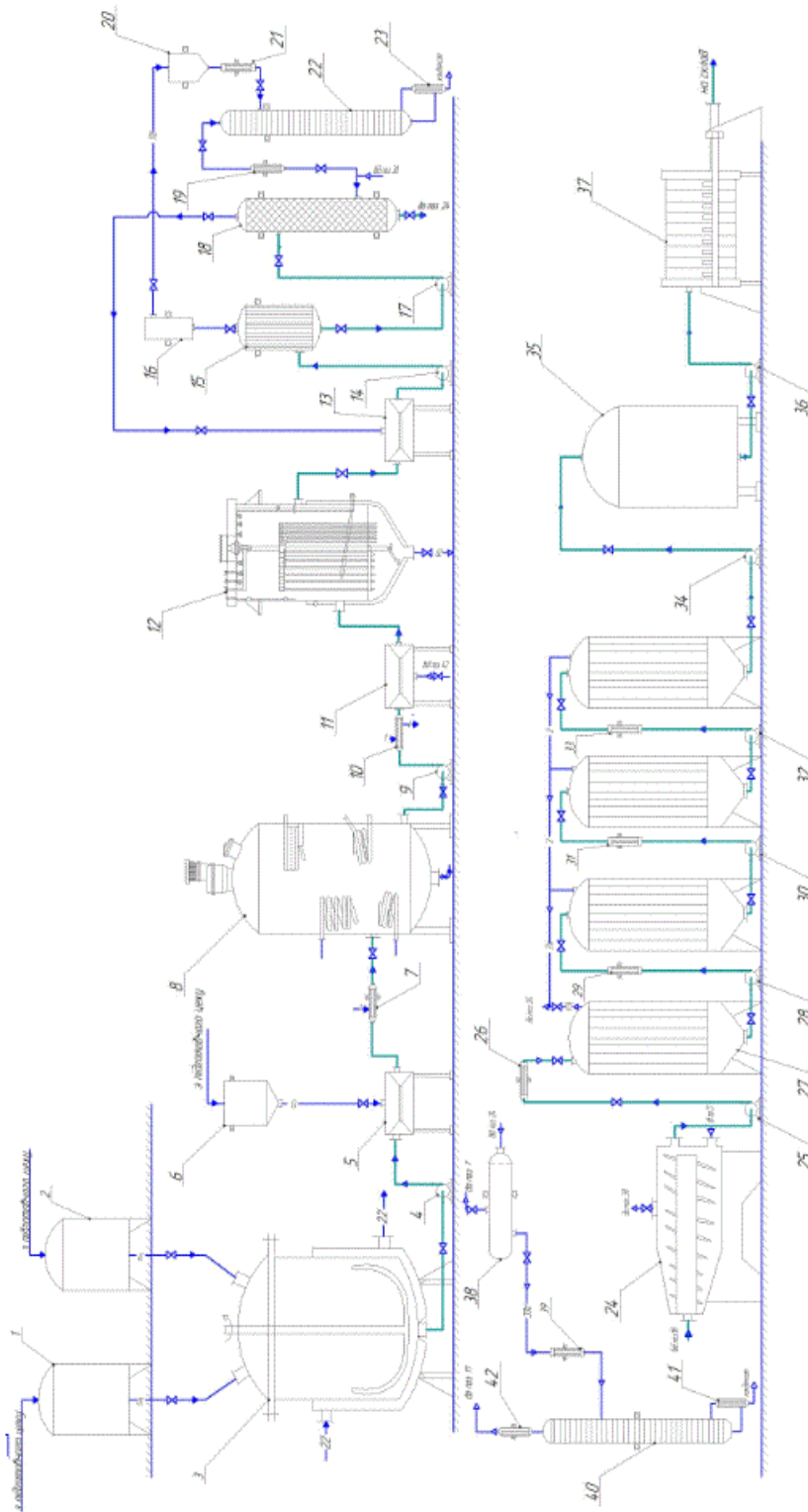


Рис.2.2. технологічно-апаратурна схема

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

36

## 2.4. Розрахунок тепловго балансу

Витрати пари на підігрівники розраховуємо за формулою:

$$D = \frac{Sc(t_2 - t_1)x_{\text{втр}}}{i' - c_{\text{конд}} t_{\text{конд}}} \quad (2.4.1)$$

$S$  - витрата розчину, кг/с;

$t_1, t_2$  – початкова і кінцева температури розчину під час підігрівання, °С;

$x_{\text{втр}} = 1,05$  – коефіцієнт втрат теплоти;

$i'$  - ентальпія пари, кДж/кг;

$c_{\text{конд}}$  – теплоємність розчину і конденсату кДж/(кг\*К);

$t_{\text{конд}}$  - температура конденсату, °С [24].

Витрати пари на перший теплообмінник що підігрівається вторинною парою другого корпусу

$$D_1 = \frac{36\,200 \cdot 3,955(30 - 65)1,05}{2262} = 1329 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,369 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.2)$$

На другий(обігрівається вторинною парою першого корпусу)

$$D_2 = \frac{36\,200 \cdot 3,955(70 - 81)1,05}{2262} = 997 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,277 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.3)$$

На третій

$$D_3 = \frac{36\,200 \cdot 3,955(100 - 120)1,05}{2262} = 864 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,24 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.4)$$

Витрата пари на підігрівач

$$D_k = \frac{1000 \cdot 20}{24} \approx 833 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,23 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.5)$$

Витрата вторинної пари,відібраної з першого корпусу

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

$$E_1 = D_2 - D_k = 997 + 833 = 1830 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,5 \text{ кг/с} \quad (2.4.6)$$

З другого корпусу

$$E_2 = D_1 = 1329 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,369 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.7)$$

Загальні витрати випареної води

$$W = S_n \left(1 - \frac{x_n}{x_k}\right) \quad (2.4.8)$$

$$W = 36\,200 \left(1 - \frac{15}{40}\right) = 32000 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 8,88 \text{ кг/с} \quad (2.4.9)$$

Витрата води випареної у корпусах

$$W_4 = \frac{32000 - 9297 - 2 \cdot 1329}{4} = 5033 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 1,39 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.10)$$

$$W_3 = W_4 = 5033 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 1,39 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.11)$$

$$W_2 = W_3 + E_2 = 5033 + 1329 = 6362 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 1,76 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.12)$$

$$W_1 = W_2 + E_1 = 6362 + 9297 = 15659 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 4,33 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.4.13)$$

Розраховуємо масову концентрацію розчину алкілсульфатів після кожного корпусу

$$x_i = \frac{S_{\text{п}} x_{\text{п}}}{S_{\text{п}} - \sum W} \quad (2.4.14)$$

$$x_{\text{к1}} = \frac{36200 \cdot 15}{36200 - 15659} = 17,5\% \quad (2.4.15)$$

$$x_{\text{к2}} = \frac{36200 \cdot 15}{36200 - 15659 - 6362} = 25,1\% \quad (2.4.16)$$

$$x_{\text{к3}} = \frac{36200 \cdot 15}{36200 - 15659 - 6362 - 5033} = 34,4\% \quad (2.4.17)$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$x_{к4} = \frac{36200 \cdot 15}{36200 - 15659 - 6362 - 5033 - 5033} = 40\% \quad (2.4.18)$$

## 2.5. Розрахунок та підбір основного обладнання

Основою для підбору устаткування є:

- кількість сировини, що обробляється за один раз;
- функціональність та продуктивність обладнання;
- вартість, енергоємність, габаритні розміри устаткування;
- зручність та безпечність його в експлуатації та обслуговуванні.

Підбір устаткування проводиться залежно від виду сировини, що переробляється та заданої продуктивності підприємства, виходячи із розрахунків матеріального балансу.

### 2.5.1. Резервуари для зберігання сировини

Резервуари двостінні вертикальні сталеві призначені для наливу і зберігання рідких продуктів з тиском насичених парів до 0,04 МПа, а також можуть використовуватися як технологічні вертикальні двостінні ємності [25].

Матеріал корпусу двохстінних резервуарів:

Для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря:

- до  $-40^{\circ}\text{C}$  - СтЗсп-5;
- нижче  $-40^{\circ}\text{C}$  - 09Г2С-12.

Резервуари двостінні горизонтальні виготовляються з металу товщиною не менше 4 мм для внутрішнього і зовнішнього корпусу. Можливі варіанти товщини корпусів: 4/4, 5/4, 6/4, 8/4, 5/5, 6/5, 8/5, де перша товщина внутрішнього корпусу, а друга товщина зовнішнього корпусу двохстінних горизонтального резервуара.

Таблиця 2.4

### Основні технічні параметри резервуара

№	Технічні характеристики	Значення
1	Об'єм, м <sup>3</sup>	5

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

1	2	3
2	L, мм	2995
3	l1, мм	2580
4	D, мм	1600
5	D1, мм	1630
6	B	1940
7	Маса, кг	1708

Двохстінні резервуари (з захищеної стінкою) відрізняються від одностінних місткостей меншою вибухонебезпечністю і мінімальною ймовірністю виникнення пожежі при експлуатації паливних сховищ. Ефективний захист від переливів ПММ, проток палива і контроль за міжстінним простір дозволяє оперативно помітити розгерметизацію і усунути витік палива до того, як буде завдано який би то не було шкоди навколишньому середовищу.

### 2.5.2. Змішування компонентів

Реактор, виготовлений з титану марки BT1-0 відрізняє надзвичайно висока корозійна стійкість, обумовлена здатністю Ti утворювати на поверхні тонкі (5-15 мкм) суцільні плівки оксиду TiO<sub>2</sub>, міцно пов'язані з масою металу. Пропоноване виріб може використовуватися для роботи в агресивних середовищах (перемішування неорганічних і органічних кислот і підстав) при високій температурі. У той же час біологічна нешкідливість даного металу робить його чудовим матеріалом для використання в харчовій промисловості.

Титан марки BT1-0 ефективно замінює дефіцитні матеріали: сплави на основі нікелю, високолеговані сталі (X23H28M3Д3Т), нержавіючі сталі типу X18H10Т, рідкісні, дорогоцінні і кольорові метали (тантал, ніобій, платину, мідь, олово), пластмаси [26].

Аналіз властивостей матеріалів, які має сучасна техніка, показує, що титанові сплави забезпечують в хімії зниження експлуатаційних витрат,

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безаварійність роботи, можливість створення удосконалених конструкцій, виключають дорогі і трудомісткі роботи по футеровці, і все це незважаючи на більш високі початкові капітальні вкладення при застосуванні титанового обладнання. Експлуатація вже перших титанових апаратів підтвердила його цінність як конструкційний матеріал для основних хімічних і нафтохімічних виробництв .

Таблиця 2.5

**Основні технічні параметри ємнісного реактора  
з якірною мішалкою СЕРн – 5 м<sup>3</sup>**

№	Технічні характеристики	Значення
1	Виробник	Завод "Прогрес"
2	Внутрішній об'єм	5 000 літрів
3	Матеріал деталей, що контактують з продуктом	титан ВТ1-0
4	Тип перемішуючого пристрою	якірне
5	Число обертів перемішуючого пристрою	46 об / хв
6	Марка редуктора	МПО2-15ВК
7	Передавальне число редуктора	32,1
8	Потужність електродвигуна	7,5 кВт
9	Число обертів вала електродвигуна	1500 об / хв
10	Виконання електродвигуна	загальнопромислове

**2.5.3.Автоклав для гідрогенізації диалкілсульфату**

Автоклав являє собою циліндричний суцільнозварний корпус, виготовлений з корозійностійкої сталі 12Х18Н10Т. У центрі корпусу проходить вал, з'єднаний вгорі муфтою з кінцем валу мотор-редуктора. На валу закріплена турбінна мішалка для інтенсивного перемішування [27].

У нижній частині апарату встановлено шість здвоєних спіральних змійовиків, три з яких служать для обігріву (великі), і три - для охолодження

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(малі).

Водень в апарат подається через барботер, що складається з двох кілець різного діаметра. Злив здійснюється штуцером, що знаходяться в нижній частині апарату.

Для з'єднання автоклавів в батарею при безперервній роботі передбачені переливні труби. Можлива передача продукту з автоклава в автоклав за допомогою газліфта, що складається з вставлених одна в іншу по одній осі труб. Внутрішня труба має 24 отвори. Кінець зовнішньої труби з внутрішнім діаметром 80мм не доходить до днища на 300 .. 400 мм і знизу відкритий.

Автоклав забезпечений люком на кришці і там же штуцерами для введення каталізатора, водню і установки приладів. Герметичність в місці проходження валу через корпус забезпечується сальниковим вузлом підшипника.

Автоклав промисловий А1000 PRO, універсальний терморегулятор вимірює значення температури в місці розташування датчика і дає команду на включення або виключення навантаження за допомогою електромагнітного реле. Можна задати більш широкий температурний «коридор» і уникнути надмірно частого спрацьовування реле. Крім того, вимірювач-регулятор має вбудований таймер, завдяки якому можна програмувати терморегулятор на підтримку температури протягом певного часу (підтримання температури Х хвилин -> вимикання до ручного включення). «Водяна сорочка» дозволяє зменшувати температуру автоклава проточною водою, що істотно прискорює процес охолодження [27].

Автоматика і мікроконтролер змонтовані в єдину панель управління для повного контролю робочого процесу. Підключення здійснюється через надійні мідні клеми нового покоління (система «ліфт-майданчик»), що поліпшують контакт і виключають перегрів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Основні технічні параметри автоклава промислового A1000 PRO**

№	Технічні характеристики	Значення
1	Потужність,кВт	60
2	Живлення мережі,В	380
3	Висота,см	127
4	Діаметр,см	130
5	Вага ,кг	250

**2.5.4. Прилад для розділення суміші**

Декантер серії DDE спеціально розроблені для промислових заводів.

Корпус являє собою циліндричну чашу, яка обертається з великою швидкістю, а спіраль всередині корпусу обертається по тій же осі, але з іншою швидкістю що забезпечує поділ твердої і рідкої фази. Всі деталі, що контактують з продуктом, виконані з нержавіючої сталі [28].

**Основні технічні характеристики декантера HAUS DDE 4042**

№	Технічні характеристики	Значення
1	Артикул	16075
2	Виробник	HAUS
3	Потужність(max),м3/год	25
4	Основний привод,кВ	22
5	Привод шнеку, кВ	7.5
6	Матеріал шнеку	AISI
7	Діаметр шнеку, мм	470
8	Частота обертання, об/хв	3500

**2.5.5. Екстракційна колона**

Апарати колонного типу. Колонні екстрактори розрізняються за типом застосовуваних контактних пристроїв: насадок або тарілок різних конструкцій. Одним з найбільш ефективних екстракційних апаратів є насадки колони. При роботі в умовах оптимального режиму і при швидкостях, близьких до

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкостей затоплення, поверхня фазового контакту в насадковій колоні розвивається турбулентними потоками фаз, а насадка служить для забезпечення більшої турбулізації потоків. З різних видів насадок найбільшого поширення набула насадка з кілець Рашига, яка створює найбільшу турбулізацію двофазного потоку.

Якщо колона працює при невисоких швидкостях потоків, то при виборі дисперсної фази необхідно враховувати, що в разі пом'якшення насадки дисперсною фазою остання розтікається по її поверхні у вигляді рідких плівок і струменів, і це знижує ефективність роботи колони.

### **2.5.6.Чотирікорпусна випарна установка**

На сучасних хімічних, харчових, косметичних підприємствах, з метою зниження енерговитрат і зниження собівартості продукції, що випускається, на підприємствах широко використовують багатокорпусні випарні установки (БКВУ), у деяких з них число корпусів складає 3 - 12, при цьому досягається досить значна економія енергоресурсів.

У БКВУ тільки перший корпус обігривають насиченою гріючою парою, а потім сокову пару першого і наступних корпусів використовують як гріючу пару у всіх інших корпусах. З метою зниження температури кипіння розчинів у паровому просторі наступних корпусів знижують тиск та забезпечують необхідну для процесу випарювання корисну різницю температур між температурою сокової пари попереднього корпуса і температурою кипіння розчину. Для успішної роботи такої установки потрібно забезпечити корисну різницю температур у кожному корпусі на рівні 7 - 9 °С, що можливе при невисокій температурній депресії розчинів, а також при незначному збільшенні в'язкості розчину при випарюванні.

## **2.6. Розрахунок автоклаву для гідрогенізації**

### **2.6.1.Технологічний розрахунок**

1) Знаходимо об'єм апарату по заданій загрузці, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{ап}} = \frac{M}{\rho \cdot \varphi}, \quad (2.6.1)$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $M=1800$  кг- маса загруженої сировини;

$\rho = 728$  кг/м<sup>3</sup>- густина олефінів;

$\varphi = 0,65$ - коефіцієнт заповнення апарату

$$V_{an} = \frac{1800}{728 \cdot 0,65} = 3,8 \text{ м}^3 \quad (2.6.2)$$

Розраховуємо геометричний об'єм апарату, м<sup>3</sup>

$$V_{ca} = \pi \frac{D^2}{4} H + 2\pi h \left( \frac{D^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right) \quad (2.6.3)$$

Приймаємо відношення висоти до діаметру:

$$H/D = 1,6$$

$$h/D = 0,4$$

$$V_{ca} = \pi \frac{D^3}{4} 1,6 + 0,15\pi D^3 = 0,55\pi D^3 \quad (2.6.4)$$

Розраховуємо діаметр апарату, м:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_{an}}{0,55\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3,8}{0,55\pi}} = 1,6 \text{ м} \quad (2.6.5)$$

Приймаємо  $D = 2$  м

$$H = 1,6 \cdot 2 = 3,2$$

$$h = 0,4 \cdot 2 = 0,8$$

$$V_{ra} = \pi \frac{2^2}{4} 3,2 + 2\pi 0,8 \left( \frac{2^2}{8} + \frac{0,8^2}{6} \right) = 13,8 \text{ м}^3 \quad (2.6.6)$$

2) Розраховуємо розмір мішалки, м [29].

В автоклавах застосовуються мішалки турбінного типу. Вони створюють в апараті переважно радіальні потоки, застосовуються для інтенсивного перемішування в'язких, тонкого диспергування і швидкого розчинення, отримання суспензій, що містять до 60% твердої фази з розмірами частинок до 1.5 мм для відкритих і до 2.5 мм для закритих мішалок.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні параметри:  $d_m = 80-2500$  мм,  $GD = 3-6$ ,  $n = 100-350$  хв-1,  $J = 8.4$ . Турбінні мішалки рис. 2.4 відрізняє висока інтенсивність, ефективність перемішування в'язких рідин, придатність для організації безперервних процесів. Недоліки: складність виготовлення і висока вартість [30].

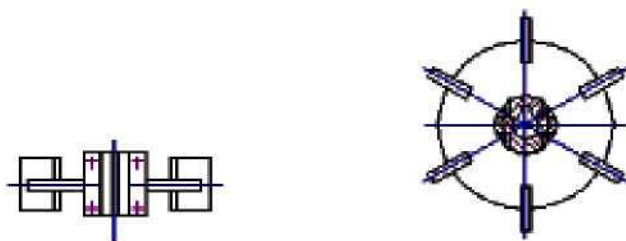


Рис.2.4. Турбінна мішалка

$D_m / D_{ап} = 0,6$  – умовні з співвідношення

$$D_m = 0,6 D_{ап} = 1,8 \text{ м} \quad (2.6.7)$$

Висота мішалки:

$$H_m = 0,2 D = 0,4 \text{ м} \quad (2.6.8)$$

Знаходимо продуктивність апарату:

Таблиця 2.8

### Цикл роботи апарату

№	Назва	Час
1	Заповнення апарату, год	0,2
2	Нагрів сульфатної до початкової температури реакції, год	1,0

1	2	3
3	Гідрогенізація , включаючи додатковий підігрів ,год	2,9
4	Передача гідрованої суміші в інжектор, год	0,3
5	Повний цикл, год	4,4

$$P = \frac{M}{\sum \tau} \quad (2.6.8)$$

Где  $\sum \tau$ - длительность цикла,год

$$P = \frac{1800}{4.4} = 50 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad (2.6.9)$$

Добове виробництво апарату:

$$P_{\text{доб}} = 24 \cdot P = 24 \cdot 50 = 1200 \text{ кг/добу} = 1,2 \text{ т/добу} \quad (2.6.10)$$

### 2.6.2. Визначення поверхні теплопередачі

1) Температура, що визначає значення фізичних параметрів, що входять в критерій подібності приймається рівною середній арифметичній температурі початковій  $t_{\text{п}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  і кінцевої  $t_{\text{к}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$t_0 = (t_{\text{п}} + t_{\text{к}}) / 2 = (30 + 90) / 2 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (2.6.11)$$

2) Критерій Рейнольдса  $Re$  при русі в апараті в умовах перемішування механічною мішалкою:

$$Re = \frac{nd_m^2}{\nu} \quad (2.6.12)$$

$n = 1 \text{ с}^{-1}$  – частота вращения мешалки;

$d_m = 1,3 \text{ м}$  – диаметр мешалки;

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\nu = 4,18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості при визначальній температурі.

$$Re = \frac{1 \cdot 1.2^2}{4.18 \cdot 10^{-6}} = 344497 \quad (2.6.13)$$

3) Критерій Прандтля  $Pr = 52,4$

4) Критерій Нуссельта при перемішуванні мішалкою визначається:

$$Nu = 0.87 * Re^{0.62} * Pr^{0.33} * \left( \frac{\mu}{\mu_{ст}} \right)^{0,14} \quad (2.6.14)$$

$\mu = 19,8 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с}$  – динамічний коефіцієнт в'язкості при середній температурі між стінкою зміювика і температурою  $t_0$ , яка становить:

$$(60+220)/2=140 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.6.15)$$

$\mu_{ст} = 12,3 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с}$  - динамічний коефіцієнт в'язкості при температурі стінки зміювика  $220 \text{ }^\circ\text{C}$

$$u = 0.87 * 344497^{0.62} * 52,4^{0.33} * \left( \frac{19,8}{12,3} \right)^{0,14} = 9308 \quad (2.6.16)$$

5) Коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha_1$  від стінки зміювика до нагрівальної суміші:

$$\alpha_1 = Nu * \frac{\lambda}{D} \quad (2.6.17)$$

Де  $\lambda = 0,151 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  - коефіцієнт теплопровідності соняшникової олії при  $t_0 = 135 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$D = 2 \text{ м}$ -діаметр апарату

$$\alpha_1 = 9308 * \frac{0,151}{2} = 702,7 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К} \quad (2.6.18)$$

6) Коефіцієнт тепловіддачі від пари, що гріє до стінки трубки зміювика можна прийняти:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_2 = 11000 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)} \quad (2.6.19)$$

7) Коефіцієнт теплопередачі від конденсуючої пари до суміші:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \varphi + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (2.6.20)$$

де  $\delta = 0,0035\text{м}$  – товщина стінки труби зміювика;

$\lambda = 18 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$ - коефіцієнт теплопровідності корозійної стійкості сталі;

$\varphi = 0,0007 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$  – термічний опір відкладень на стінці труби:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{702,7} + \frac{0,0035}{18} + 0,0007 + \frac{1}{11000}} = 415,2 \quad (2.6.21)$$

8) Визначення поверхні теплопередачі гріючих зміювиків автоклава:

$$F = \frac{\Sigma Q}{K \Delta t_{cp}} \quad (2.6.22)$$

$\Delta t_{cp}$ -середня різниця температур при встановленому режимі.

Температура пари при тиску  $P = 3 \text{ МПа}$ :  $t = 232,8 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta t_M = 232,8 - 200 = 32,8 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta t_{\delta} = 232,8 - 120 = 112,8 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.6.23)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_M}{2,31 l q \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_M}} \quad (2.6.24)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{112,8 - 32,8}{2,31 l q \frac{112,8}{32,8}} = 64,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.6.25)$$

Отримуємо:

$$F = \frac{307000}{415,2 \cdot 64,5} = 11,5 \text{ м}^2 \quad (2.6.26)$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практично автоклав забезпечений трьома подвійними спіральними змійовиками з поверхнею теплообміну по 7,6 м<sup>2</sup> кожен, сумарна поверхня становить:

$$f = 22,8 \text{ м}^2.$$

Відповідно тривалість нагрівання сульфатної суміші до 90 °С буде:

$$\tau_n = F / f = 11,5 / 22,8 = 0,5 \text{ ч} \quad (2.6.27)$$

### 2.6.3. Кінематичний розрахунок

1) Передаточне число редуктора:

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_m} = \frac{1000}{56} = 17,85 \quad (2.6.28)$$

2) Крутний момент вихідного валу, Н·м:

$$T = \frac{P}{2\pi n} = \frac{5500 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 56} = 937 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.6.29)$$

3) Міжосьова відстань з умови контактної міцності зубів тихохідної ступені редуктора визначається:

$$a_w \geq K_a * (u + 1) * \sqrt[3]{\frac{T \cdot 10^3 \cdot K_{H\beta}}{\varphi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}} \quad (2.6.30)$$

$K_a = 43$  - допоміжний коефіцієнт для косозубих передач;

$\varphi_a = 0,3$  - коефіцієнт ширини вінця колеса;

$[\sigma_H]$  – допустиме контактне напруження колеса з менш міцним зубом. У мотор редукторі колеса і шестерні виготовлені зі сталі 40ХН2МА з азотуванням поверхні зубів і твердістю 56 ... 58 HRC.

$$[\sigma_H] = 960 \text{ МПа}$$

$K_{H\beta} = 1$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження по довжині зуба для прірабативала зубів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_w \geq 43 * (4,22 + 1) * \sqrt[3]{\frac{937 * 10^3 * 1}{0,3 * 4,22^2 * [960]^2}} = 129 \text{ мм} \quad (2.6.31)$$

для стандартного редуктора  $a_w = 125$  мм

4) Модуль зачеплення  $m = 2,0$  мм ;

5) Сумарне число зубів шестерні і колеса:

$$z_{\Sigma} = \frac{2 * a_w}{m} \quad (2.6.32)$$

$$z_{\Sigma} = \frac{2 * 125}{2} = 125$$

приймаємо  $z_{\Sigma} = 125$

6) Числа зубів шестерні і колеса:

$$z_1 = \frac{z_{\Sigma}}{u_{cm} + 1} \quad (2.6.33)$$

$$z_1 = \frac{125}{4,22 + 1} = 23,9$$

Приймаємо  $z_1 = 24$

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 \quad (2.6.34)$$

$$z_2 = 125 - 24 = 101$$

7) Перевіряємо передавальне число:

$$u_{cm} = \frac{z_2}{z_1} \quad (2.6.35)$$

$$u_{cm} = \frac{101}{24} = 4,2$$

8) Міжосьова відстань першого та другого ступенів:

$$a_{w1} = a_{w2} = m(z_1 + z_2) / 2 = 2 * 125 / 2 = 125 \text{ мм} \quad (2.6.36)$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9) Для тихохідного ступеня редуктора приймаємо  $m = 2,5$ ; сумарне число зубів:

$$z_{\Sigma 2} = \frac{2 \cdot a_{w1}}{m'} = \frac{2 \cdot 125}{2,5} = 100 \quad (2.6.37)$$

Розраховані параметри відповідають технічній характеристиці стандартного мотор-редуктора.

Таблиця 2.9

**Характеристика зачеплення в циліндричному двухступенчатом мотор-редукторі МЦ2С-125**

Геометричні параметри зачеплення	Первая ступень	Другий ступінь
Міжосьова відстань, $a_w$ , мм	125	125
Модуль зачеплення, $m$ , мм	2	2,5
Кількість зубів шестерні	$z_1 = 24$	$z_3 = 20$
Число зубів колеса	$z_2 = 101$	$z_4 = 80$
Передавальне відношення, $u$	4,2	4
Коефіцієнт зміщення шестерні, $x_1; x_3$	0,5	0,4
Коефіцієнт зміщення колеса, $x_2; x_4$	-0,5	-0,4
Ширина колеса, мм	25	63

#### 2.6.4. Розрахунок потужності електродвигуна на привід мішалки

1) Розрахункова потужність, споживана мішалкою, (Вт) визначається за формулою:

$$N_p = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5$$

де  $K_N = 0,5$  – критерій потужності або коефіцієнт опору для мішалок, що перемішують рідини пом  $\rho = 728 \text{ кг/м}^3$  – густина перемішувачого продукту;

$n = 1,0 \text{ с}^{-1}$  – частота обертання мішалки;

$d = 1,8 \text{ м}$  – діаметр мішалки

$$N_p = 0,5 \cdot 728 \cdot 1^3 \cdot 1,8^5 = 1030 \text{ Вт} = 1,03 \text{ кВт}$$

2) Установча потужність електродвигуна (кВт) для мішалок орієнтовно визначається:

$$N_{эл} = \frac{k N_p f_n f_3 f_{ш} f_z}{1000 \eta}$$

$k = 1,2$  – коефіцієнт запасу потужності на пусковий момент (приймається в межах  $1,1 \dots 1,3$ );

$f_n$  – коефіцієнт, який враховує висоту рівня рідини в апараті:

$$f_n = \sqrt{\frac{H}{D}} = \sqrt{\frac{3,2}{2}} = 1,26$$

$f_3 = 2,0$  – коефіцієнт, що враховує наявність в апараті зміювиків;

$f_{ш} = 1,1$  – коефіцієнт, що враховує шорсткість стінок зміювика;

$f_z = 1,1$  – коефіцієнт, що враховує наявність в апараті гільзи для термометра;

$\eta = 0,8$  – загальний КПД привода.

$$N_{эл} = \frac{1,2 \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 2,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1}{1000 \cdot 0,8} = 4,5 \text{ кВт}$$

За розрахованої потужності двигуна і частоті обертання мішалки застосуємо мотор-редуктор 4МЦ2С-125 – циліндричний співвісний двоступеневий з частотою обертання вихідного вала 56 об / хв. Комплектуючий двигун АІРМ132S6Р3 має частоту обертання 1000 об / хв, потужність – 5,5 кВт.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Технічна характеристика автоклава для гідрогенізації**

Місткість повна, м3	13,8
Місткість робоча по суміші, т	5
Поверхня теплообміну змійовиків, м2	
Гріючих	22,8
охолоджуючих	20,2
Зовнішня поверхня апарату (по ізоляції), м2	35
Частота обертання мішалки, хв-1	56
Потужність електродвигуна, кВт	5,5
Розміри корпусу, м	
діаметр	2,2
Висота	
Циліндричного корпусу	3,5
повна	5,4

**Висновок до розділу 2**

В даному розділі ми розглянули якісні характеристики для сировини, підібрали обладнання для виробництва алкілсульфат натрію.

1. Показано, що виробництво алкілсульфат натрію сульфуванням олефінів є доцільним і економічно вигідним, гарантує виробництво алкілсульфат натрію високого ступеня чистоти.

3. Проаналізовано технологію отримання алкілсульфат натрію з олефінів, розраховано матеріальний та тепловий баланс, запропоновано принципово – технологічну та апаратурно – технологічну схеми.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



### РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Розрахунок собівартості 1 тонну продукції по статтям калькуляції собівартості.

Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукції групуються за статтями:

- 1) сировина та матеріали;
- 2) покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій;
- 3) паливо й енергія на технологічні цілі;
- 4) зворотні відходи (вираховуються);
- 5) основна заробітна плата;
- 6) додаткова заробітна плата;
- 7) відрахування на соціальне страхування;
- 8) витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції;
- 9) відшкодування зносу спеціальних інструментів і пристроїв цільового призначення та інші спеціальні витрати;
- 10) витрати на утримання та експлуатацію обладнання;
- 11) загально виробничі витрати;
- 12) загальногосподарські витрати;
- 13) витрати в наслідок технічного неминучого браку;
- 14) попутна продукція ( вираховується);
- 15) інші виробничі витрати;
- 16) позавиробничі ( комерційні витрати).

1. Розраховуємо витрати по статті «Сировина та основні матеріали»

До статті калькуляції “Сировина та матеріали” включається вартість сировини та матеріалів, що використовується в процесі виробництва продукції для забезпечення нормального технологічного процесу.

					<b>ННІХТ.4-15.020.161.055.ДП.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Олесюк В.Д.			<b>ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевір.		Радзівська І.Г.					55	85
Реценз.						<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>		
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Ці витрати включаються безпосередньо до собівартості окремих видів продукції. Результати розрахунку зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

**Собівартість компонентів для продукції**

Найменування компонентів	Норма витрат на 1 т продукції, кг	Ціна 1 т сировини, грн. / кг	Вартість сировини та основних матеріалів, грн.
Олефіни	1 050	30,00	31 500
Сульфатна кислота	700	100,00	70 000
Гідроксид натрію	140	63,00	4 386,00
Вода	70	2,87	200,9
Спирт	250	49,00	12 250
Всього			86 836,9

Розраховуємо транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів.

Транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів приймаємо у розмірі 7% від їх вартості:

$$86\,836,9 \times 0,07 = 6\,078,583 \text{ грн/кг} \quad (3.1)$$

Всього витрат по статті:

$$86\,836,9 + 6\,078,583 = 92\,915,483 \text{ грн/кг} \quad (3.2)$$

2. Розраховуємо витрати по статті «Покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій».

При виробництві алкілсульфат натрію по цій статті витрати відсутні.

					ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розраховуємо витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали».

До статті калькуляції "Допоміжні і таропакувальні матеріали" відносять вартість матеріалів, які, не будучи складовою частиною продукції, що виробляється, присутні в її виготовленні або використовуються в процесі виробництва готової продукції для забезпечення нормального технологічного процесу.

Таблиця 3. 2

### Допоміжні та таропакувальні матеріали

№ п/п	Сировина	Од. вим.	Норми витрат сировини на 1т продукції	Вартість одиниці сировини, грн.	Вартість сировини на 1т продукції, грн
1	Мішок	шт.	360	0,5	180,00
2	Кришка	шт.	60	11	660,00
4	Бочка	шт.	60	50	3 000,00
5	Скотч	м	200	5	1 000
	Всього				4 840

Розраховуємо транспортні витрати по доставці допоміжних та таропакувальних матеріалів:

$$4\ 840 \times 0,07 = 338,8 \text{ грн} \quad (3.3)$$

Всього витрат по статті:

$$4\ 840 + 338,8 = 5\ 178,8 \text{ грн} \quad (3.4)$$

5. Розраховуємо витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби»

										Арк.
										57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					

До статті “Паливо та енергія на технологічні потреби ” відносяться витрати на всі види палива і енергії (як одержані від сторонніх підприємств та організацій, так і виготовлені самим підприємством), які використовуються безпосередньо в процесі виробництва продукції.

Кількість та вартість палива на технологічні цілі визначаються на основі об’єму виробництва, норм витрат умовного палива на одиницю продукції і цін на паливо.

Таблиця 3.3

### Паливо та енергія на технологічні потреби

№ п/п	Назва сировини	Од. вим.	Норми витрат сировини на 1т продукції	Вартість одиниці сировини, грн	Вартість сировини на 1т продукції, грн.
1	Пара	Гка л	230	204,00	4 6920,00
2	Вода	м <sup>3</sup>	10	25,00	250,00
3	Електроенергія	кВт	490	2,1	1 029,00
	Всього				48 199,00

Всього витрат по статті: 48 199,00 грн

6. Розрахуємо витрати по статті «Основна заробітна плата робітників».

До статті “Основна заробітна плата” відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, обчисленої згідно з прийнятими підприємством системи оплати праці, у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників, зайнятих виробництвом продукції.

Для цього розраховуємо ефективний річний фонд робочого часу одного робітника.

										Арк.
										58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					

**Розрахунок річного ефективного фонду робочого часу одного  
робітника(дні)**

1	Календарний фонд	366
2	Святкові дні	11
3	Вхідні дні	104
4	Номінальний фонд робочого часу	251
5	Поточні відпустки	26
6	Неявки за хвороб	5
7	Відпустки у зв'язку з навчанням	4
8	Неявки з дозволу адміністрації	1
9	Прогули	0,1
10	Виконання громадських та державних обов'язків	0,5
11	Ефективний фонд робочого часу	222
12	Тривалість робочої зміни	8
13	Річний фонд робочого часу одного робітника	1750

Тривалість зміни 8 годин робочого часу.

Річний ефективний фонд робочого часу одного робітника – 1750 год/рік.

Розрахунки витрат по статті 7 "Основна заробітна плата робітників" зводимо до таблиці.

Потрібна чисельність робітників складає 4 робітника за зміну для здійснення процесу виробництва косметичної продукції

					ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Основна заробітна плата робітників

№ п/п	Посада робітника	Розряд	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд робочого часу, год.	Річний тарифний фонд заробітної плати, грн.
1	Наладчик	3	2	45	1750	157 500,00
2	Оператор лінії	4	2	55	1750	192 250,00
3	Фасувальник	4	2	55	1750	192 250,00
4	Інженер-технолог	5	1	75	1750	131 250,00
5	Помічник інженера	3	1	40	1750	70 000,00
6	Апаратник реакторів	5	1	75	1750	131 250,00
	Всього		9			874 500

Розраховуємо основну заробітну плату робітників за 1т готової продукції.

Робітники працюють в одну зміну.

Продуктивність підприємства 1т/добу, річна продуктивність :

Визначаємо річний обсяг виробництва:

$$222 \times 1\,000 = 222\,000 \text{ кг/рік} \quad (3.5)$$

Витрати по статті 7 «Основна заробітна плата робітників» на 1т готової продукції становлять:  $874\,500 / 222\,000 = 3,93$  грн./кг

7. Розрахуємо витрати по статті «Додаткова заробітна плата робітників»

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До статті калькуляції відносяться витрати на виплати виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної плати, нарахованої за працю понад встановлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Вона включає в себе доплати, надбавки, гарантійні та компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 25-40 % від фонду основної заробітної плати.

Витрати по цій статті на 1 кг готової продукції складають:

$$3,93 \times 0,30 = 1,2 \text{ грн/кг} \quad (3.6)$$

8. Розрахуємо витрати по статті «Відрахування на соціальне страхування».

До статті входять відрахування на обов'язкове державне соціальне страхування, відрахування на державне (обов'язкове) пенсійне страхування (до Пенсійного фонду), відрахування до Фонду на обов'язкове соціальне страхування на випадок безробіття та до інших Фондів згідно Законодавства України.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 41,42% від суми основної та додаткової заробітних плат.

Витрати по цій статті на 1 т готової продукції складають:

$$(3,93 + 1,2) \times 0,4142 = 2,12 \text{ грн./кг} \quad (3.7)$$

9. Розрахуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням нових видів продукції».

До даної статті калькуляції належать підвищені витрати на виробництво нових видів продукції в період їх освоєння, а також витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції, не призначеної для серійного та масового виробництва, на освоєння нового обладнання, на винахідництво і раціоналізацію.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 5 % від фонду основної заробітної плати.

Витрати по цій статті складають:

$$3,93 \times 0,05 = 0,19 \text{ грн./кг} \quad (3.8)$$

10. Розрахуємо витрати по статті «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання»

До статті калькуляції "Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання" належать витрати на утримання і ремонт виробничого обладнання і робочих місць, засобів цехового транспорту, амортизацію обладнання й транспортних засобів та інше.

Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання в кожному цеху стосуються тільки тих видів продукції (робіт, послуг), які виготовляються в цьому цеху й розподіляються за видами продукції (робіт, послуг) пропорційно до суми основної заробітної плати основних робітників.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 140 -160 % від фонду основної заробітної плати.

$$3,93 \times 1,40 = 5,5 \text{ грн./кг} \quad (3.9)$$

11. Розрахуємо витрати по статті «Загальновиробничі витрати».

До статті калькуляції "Загальновиробничі витрати" належать витрати на обслуговування цехів і управління ними.

Загальна величина витрат на утримання й експлуатацію машин та обладнання, а також загальновиробничих витрат підприємства в цілому є сумою відповідних витрат цехів основного виробництва. Ці самі витрати допоміжних цехів включаються до собівартості продукції підприємства через собівартість робіт і послуг, що виконуються допоміжними цехами для основного виробництва.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 150 % від фонду основної заробітної плати.

					ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати по цій статті складають:

$$3,93 \times 1,5 = 5,9 \text{ грн. /кг} \quad (3.10)$$

Цехова собівартість складає:

$$86\,836 + 48\,199 + 5\,178,8 + 3,93 + 1,2 + 2,12 + 0,19 + 5,5 + 5,9 = 140\,232,64 \text{ грн/кг}$$

12. Розрахуємо витрати по статті «Адміністративні витрати»

До статті калькуляції "Адміністративні витрати" належать витрати на загальне обслуговування і управління підприємством.

Адміністративні витрати складаються загалом по підприємству.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 250% від фонду основної заробітної плати.

Витрати по цій статті складають:

$$3,93 \times 2,5 = 9,8 \text{ грн./кг} \quad (3.11)$$

14. Розрахунок витрат по статті «Попутна продукція»

Не виконується, так як при виробництві готової продукції попутної продукції немає.

15. Розрахуємо витрати по статті «Витрати на збут»

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 2,3 % від виробничої собівартості.

$$140\,232,64 \times 0,023 = 3\,225,3 \text{ грн/кг} \quad (3.12)$$

16. Розрахуємо витрати по статті «Інші операційні витрати»

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 0,5% від виробничої собівартості.

$$140\,232,64 \times 0,05 = 7\,011,63 \text{ грн/кг} \quad (3.14)$$

Повна собівартість складає:

$$140\,232,64 + 7\,011,63 + 3\,225,3 + 9,8 = 150\,479,37 \text{ грн/т} \quad (3.15)$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахунок собівартості виробництва 1т

№ п/п	Стаття собівартості	Сума витрат, грн/кг
1	Сировина і основні матеріали	86 836,9
2	Покупні напівфабрикати, роботи та послуги виробничого характеру сторонніх виробництв та організацій	-
3	Допоміжні та таропакувальні матеріали	4 840,00
4	Паливо та енергія на технологічні потреби	48 199,00
5	Основна заробітна плата робітників	3,93
6	Додаткова заробітна плата робітників	1,18
7	Відрахування на соціальне страхування	2,12
8	Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням нових видів продукції	0,19
9	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	5,5
10	Загальновиробничі витрати	5,9
	Цехова собівартість	140 232,64
12	Адміністративні витрати	9,8
13	Витрати на збут	3 225,3
14	Інші витрати	7 011,63
15	Повна собівартість	150 479,37

Арк.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

64

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

## Розрахунок показників рентабельності

Рентабельність товарної продукції визначається:

$$P_{заг} = \frac{C_{тп} - C_{вироб.}}{C_{тп}} \cdot 100\% = \left| \frac{125 - 150,4}{125} \right| \cdot 100\% = 20,32\%, \quad (3.16)$$

$C_{тп} = 125$  – собівартість товарної продукції, на ринку, грн.

$C_{вироб.} = 150$  – собівартість товарної продукції, на виробництві, грн.

Показник рентабельності досить високий (20,32%). Це значення рентабельності показує, скільки відсотків становить прибуток у товарообігу.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### 4.1. Токсикологічна характеристика

Натрій лаурилсульфат або Е-487 відноситься до поверхнево-активних речовин (ПАР), застосовується в якості піноутворювача, емульгатора, солубілізатор. Натріюлаурилсульфат має виражену подразнюючу дію на шкіру, слизові оболонки очей, верхніх дихальних шляхів і легенів, має сенсibilізіруючим і шкірно-резорбтивного дією, кумулює при повторному введенні в шлунок. Орієнтовний безпечний рівень впливу (ОБРВ) натрію лаурилсульфату в повітрі робочої зони 0,2 мг / мМУК [31].

### 4.2. Визначення показників якості

Отримання водно-спиртового розчину відібраної проби, з якого віддаляються речовини, які можуть бути екстрагованих петролейним ефіром. Випаровування насухо залишилася водно-спиртової рідини в присутності етанолу. Кислотний гідроліз сухого залишку при нагріванні і виділення з реакціонноспособной рідини з кислотними властивостями всіх речовин, які можуть бути екстрагованих з допомогою діетилового ефіру (комбінованих технічних спиртів жирного ряду). На виділених пробах для випробувань проводять:

вимір рН;

- визначення води;
- визначення незв'язаної лужності; іноді незв'язаної кислотності;
- визначення загальної лужності;
- визначення сульфату натрію;
- визначення хлориду натрію.

					<b>ННІХТ.4-15.020.161.066.ДП.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Олесюк В.Д.			<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевір.		Радзієвська І.Г.					66	85
Реценз.						<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Вимірювання рН розчину лабораторного зразка для випробувань з масовою часткою 10%.

Якщо рН менше 7,0, то зразок і партія, з якої узятий він був, є нестабільними. Як наслідок, результати здебільшого дослідів будуть змінюватися з часом. У цих умовах партію зазвичай відхиляють без проведення інших аналізів.

Визначення води. Залежно від вмісту води в речовині її визначають по одному з двох методів:

а) методу Карла Фішера, застосуємо до речовин, які мають менше 10% (мольне відношення) води;

б) методу азеотропного поділу, застосуємо тільки до речовин, які мають більше 5% (мольне відношення) води.

Визначення незв'язаного луку, при необхідності незв'язаної кислотності.

Згідно з методом, описаним в ГОСТ 22386, визначають незв'язану лужність або незв'язану кислотність.

Масу аналізованого продукту, взятого з похибкою не більше 0,0002 г, поміщають в колбу місткістю 250 см<sup>3</sup>. Кількість аналізованого продукту беруть по таблиці в залежності від його фракційного складу.

Масу кислот розчиняють в 20 см нейтрального етилового спирту. Спирт нейтралізують 0,1 моль / дм спиртовим розчином гідроксиду калію до слабо-рожевого забарвлення за допомогою фенолфталеїну. Кубовий залишок СЖК розчиняють в 40 см суміші етилового спирту з бензолом або петролейним ефіром в обсязі 1: 1.

Для повного розчинення кислот фракцій від C<sub>10</sub> до C<sub>25</sub>, кубового залишку СЖК і спиртів фракції C<sub>18</sub>-C<sub>23</sub> їх нагрівають на водяній бані із зворотним холодильником [31].

До розчину аналізованого продукту додають 2-3 краплі фенолфталеїну і титрують кислоти і кубовий залишок СЖК 0,5 моль / дм, а спирти 0,1 моль / ДМ спиртовим розчином гідроксиду калію до утворення слабо-рожевого забарвлення, стійкою протягом 1 хв.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кислоти фракції від  $C_{10}$  до  $C_{25}$ , кубовий залишок СЖК і спирти фракції  $C_{18}$ - $C_{23}$  титрують в гарячому стані при температурі 40-70 ° С.

Визначення загальної лужності. Цей випадок може мати місце, коли при вимірюванні рН згідно п.6.1 отримують значення, що істотно перевищує 7, або коли в результаті визначення лужності згідно п.6.3 отримують індекс лужності, що істотно перевищує 0,3.

Визначення речовин, які можуть бути екстрагованих петролейним ефіром.

До речовин, які можуть бути екстрагованих петролейним ефіром, відносяться речовини, які не містять сірку, а також, в деяких випадках і речовини, що містять сірку, але не іонізуючого у водному розчині. Екстракція речовин, за допомогою петролейного ефіру з водно-спиртового розчину відібраної проби, враховуючи при цьому летючість розглянутих речовин.

В процесі проведення аналізу слід використовувати тільки реактиви відомого аналітичного якості і дистильовану воду або воду еквівалентної чистоти.

У склянці місткістю 100 см<sup>3</sup> зважити з точністю до 0,01 г таку кількість лабораторного зразка для випробувань, яке містило б близько 4 г алкілсульфати натрію [32].

Відібрану пробу розчинити або розбавити в залежності від необхідності в 50 см<sup>3</sup> гарячої води (близько 70 ° С), перемішуючи при цьому склянкою паличкою, потім додати 50 см<sup>3</sup> розчину етанолу, продовжуючи перемішування. Помістити отриманий розчин в одну з колб для декантування (А). По черзі промити стакан невеликими рівними порціями гарячої води і розчином етанолу до тих пір, поки остаточний обсяг стане рівним приблизно 300 см<sup>3</sup>. Перевірити за допомогою розчину фенолфталеїну, є чи розчин слабо лужним, і при необхідності збільшити лужність за допомогою розчину гідроксиду натрію до зміни забарвлення індикатора до блідо-рожевою.

Збовтати, щоб розчини добре перемішався. Дати охолонути.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додати 50 см<sup>3</sup> петролейного ефіру . Добре збовтати протягом близько 30 з і дати декантирувати [31].

Додати мінімальну кількість розчину етанолу, необхідного для усунення що утворюється в деяких випадках емульсії. Перелити нижній шар в другу колбу для декантування (В). Знову провести екстракцію 50 см<sup>3</sup> петролейного ефіру. Зібрати нижній шар в третю колбу для декантування (С), а верхній шар перелити в першу колбу для декантування. Провести екстракцію водно-спиртової фази ще три рази, використовуючи щоразу 50 см<sup>3</sup>.

Зібрати вуглеводневі фази в колбу для декантування (А) і перелити водно-спиртову фазу після останньої екстракції в стакан місткістю 400 см<sup>3</sup>. Три рази промити колби для декантування (В) і (С), використовуючи щоразу 10 см<sup>3</sup> розчину етанолу. Додати промивну рідину до водно-спиртової фази, що знаходиться в склянці.

Промити вуглеводневий екстракт порціями розчину етанолу до зникнення лужної реакції і додати цю промивну рідину до водно-спиртової фази.

Цей розчин служить для визначення змісту комбінованих технічних спиртів жирного ряду.

Повністю перелити містить вуглеводні шар в конічну колбу, що містить близько 10 г сульфату натрію. Збовтати, дати відстоятися протягом 30 хв, потім профільтрувати через паперовий фільтр в колбу, в якій знаходяться попередньо зважені кульки. Промити конічну колбу, сульфат натрію і фільтр п'ять разів, використовуючи кожен раз 10 см петролейного ефіру. Особливу увагу слід звернути на краю фільтрувального паперу, на яких не повинно бути жирних плям [32].

Підготувати розділову колонку і холодильник, помістити колбу на нагрівальну плитку або в баню з киплячою водою і провести дистиляцію майже до повного випаровування розчинника, Прибрати розділову колонку, дати охолонути приблизно до 30 °С і видалити останні сліди розчинника шляхом продувки сухого і холодного повітря. Для цього треба продувати повітря далеко від нагрівальної плитки або лазні з киплячою водою і вручну обертати

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

колбу в похилому положенні навколо власної осі. В такому випадку рідина в колбі розподіляється по стінках у вигляді тонкої плівки, що полегшує видалення останніх слідів розчинника [31].

Нижчі спирти, такі як лауриновий спирт, є досить летючими, особливо в присутності вологи, що може привести в деяких випадках до втрат, якими не можна нехтувати. Таким чином, необхідно дотримуватися особливої обережності при випаровуванні розчинника, особливо в процесі продувки повітрям. Для цього необхідно провести перше зважування охолодженої до кімнатної температури і ретельно протертою колби тоді, коли ще відчувається запах розчинника. Відзначити масу, потім знову нагріти приблизно до 30 ° С з тим, щоб здійснити зріджування вмісту і здійснити знову продування протягом 1 хв. Після охолодження і протирання колби зважити її знову і відзначити масу. Повторюючи ці операції і завдаючи результати послідовних зважувань на графік на міліметрівці, можна буде побачити, що після швидкого спаду крива досягає нижньої практично горизонтального майданчика. Друге зважування, результат якого потрапляє на майданчик, вважається остаточним, а зазначена маса розглядається як кінцевий сухий залишок. Різниця результатів двох останніх зважувань повинна виявлятися тільки в третій значущою цифрі.

Обробка результатів. Метод розрахунку Масову частку речовин, які можуть бути екстрагованих петролейним ефіром, в процентах розраховують за формулою:

$$m_1 \cdot \frac{100}{m_0} \quad (4.1)$$

де,  $m_1$  - маса отриманого залишку, г;  $m_2$  - маса відібраної проби.

Різниця між результатами, отриманими в двох різних лабораторіях для одного і того ж зразка, не повинна перевищувати 1%.

Визначення сульфату натрію

Розчиняють наважку в 50 см<sup>3</sup> води, підігріваючи в разі необхідності не більше ніж до 50 ° С. Переносять кількісно в мірну колбу з однієї міткою, розбавляють до мітки водою і ретельно перемішують.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Користуючись піпетками, відбирають відповідний об'єм розчину в залежності від передбачуваного змісту сульфату натрію. Переносять відібраний обсяг в конічну колбу і доводять обсяг до 20 см<sup>3</sup> водою.

Додають 1 см<sup>3</sup> розчину дитизона. Якщо розчин зелений, додають розчин гідроксиду натрію до появи червоного забарвлення.

Додають по краплях розчин азотної кислоти до появи зеленого забарвлення і потім додають 2,0 см<sup>3</sup> розчину дихлорацетат амонію і 80 см<sup>3</sup> ацетону. Відразу після додавання ацетону титрують буферний ацетоновий розчин титрованим розчином нітрату свинцю (II), поки не буде отримана цегляно-червоне забарвлення, стійка протягом 15 с.

Визначення хлориду натрію. Потенціометричне титрування хлорид-іонів за допомогою розчину нітрату срібла в азотнокислій середовищі, контрольоване за допомогою електродів: срібного електрода (вимірювальний електрод) і електродом ртуть-сульфат ртуті (1) (електрод порівняння).

В процесі проведення аналізу використовувати тільки реактиви відомого аналітичного якості і дистильовану воду або воду еквівалентної чистоти [32].

Методика проведення операцій. З метою зменшення ефектів термічного і електричного гистерезису зробити так, щоб температури електродів, що використовуються для промивання води, калібрувальних розчинів та випробовується розчину були б якомога ближчими одні по відношенню до інших. Температури калібрувальних розчинів та випробовується розчину не повинні відрізнятись більш ніж на 1 ° С. Рекомендована температура вимірювання повинна, на скільки це можливо, бути рівною 20 ° С.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1. Екологія при виробництві лаурилсульфату натрію

Лаурилсульфат натрію є аніонним поверхнево-активною речовиною (АПАВ) і широко застосовується в якості миючого і миючого засобу. В останні роки лаурилсульфат почав застосовуватися в якості АПАВ, підвищує міцність гальванопокриття апаратури безперервного розливання сталі, де потрібно не тільки висока жаро- і механічна стійкість, але і стійкість до різких перепадів температури. Тому до лаурилсульфату пред'являються більш високі вимоги щодо хімічної чистоти [33].

У науково-дослідній лабораторії хімічної технології Белгородського держуніверситету (НІЛХТ БелГУ) була розроблена технологія виробництва високочистого лаурилсульфата натрію, який задовольняв зазначеним вимогам. На дослідній установці сульфувания НІЛХТ БелГУ була випущена велика дослідна партія високочистого лаурилсульфату, яка пройшла успішні виробничі випробування на Білоруському металургійному заводі (м. Жлобин). Технологія виробництва лаурилсульфату запатентована, і патентовласником є БелГУ.

Технологічний процес виробництва високочистого лаурилсульфата складається з наступних стадій: сульфатами лауриловий спирту хлорсульфонової кислотою; подальше видалення з отриманої сульфомаси реакційного хлороводню шляхом вакуумування при температурі 35 - 40°C і поступовому зниженні остаточного тиску протягом 15-ти хвилин до 30 - 35 мм. рт. ст.; нейтралізація відвакуумованої сульфомаси водно-ацетоновим розчином їдкого натру до рН = 8,5 при температурі 55 - 57°C; відфільтровування гарячого водно-ацетонового розчину від мінеральних солей при температурі не нижче 45 - 50 ° C; кристалізація лаурилсульфату натрію з відфільтрованого водно-ацетонового розчину при поступовому зниженні температури і постійному перемішуванні.

					<b>ННІХТ.4-15.020.161.072.ДП.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
<b>Розроб.</b>		Олесьюк В.Д.			<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
<b>Перевір.</b>		Радзівєвська І.Г.					72	85
<b>Реценз.</b>						<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>		
<b>Н. Контр.</b>								
<b>Затверд.</b>		Носенко Т.Т.						

Всі перераховані стадії ґрунтовно відпрацьовані в технологічному плані. Однак при цьому питання екології не були остаточно вирішені. Так при сульфуванні лаурилового спирту хлорсульфоновой кислотою утворюється реакційний хлороводень, який, в основному, поглинається водою з отриманням побічного продукту виробництва - товарної 25 - 30%-вої соляної кислоти.

Однак при цьому повного поглинання хлороводню не відбувається і його зміст в газових викидах складає до 50мг / м<sup>3</sup>, що в 10 разів перевищує гранично допустиму концентрацію . Це пояснюється не стільки високою пружністю парів води, скільки летючість хлороводню. Якщо для 30% -вої соляної кислоти при 15 ° С парціального тиску парів хлороводню і води відповідно рівні 7,60 і 3,88 мм. рт. ст. , то при 30 ° С ці параметри зростають до 21,0 і 10,2 мм. рт. ст. З метою забезпечення ефективної санітарної очистки газових викидів були проведені досліді з застосуванням в якості поглиначів залишкового хлороводню органічних речовин основного характеру, що володіють малою пружністю парів: моно-, ди- і триетаноламіна; також застосовувалися розчини неорганічних основ - їдкого натру і гідроксиду кальцію. Всі випробувані речовини забезпечили високу поглинальну здатність: газоаналізатор марки УГ-2 показав повну відсутність хлороводню в газових викидах, які пройшли цю доочистку [34].

Незважаючи на низьку розчинність Ca(OH)<sub>2</sub> в воді (0,14825 ), суспензія цієї основи добре поглинає хлороводні газові викиди. Це пояснюється постійним переходом суспендованого Ca(OH)<sub>2</sub> в розчин у міру зменшення його концентрації в процесі нейтралізації Ca(OH)<sub>2</sub> з утворенням CaCl<sub>2</sub>. З усіх випробуваних речовин, з точки зору їх практичного застосування, перевагу слід віддати Ca(OH)<sub>2</sub>, як на увазі його низької вартості, так і з урахуванням того факту, що утворюється в процесі газоочистки відхід - хлорид кальцію може знайти практичне застосування, наприклад як добавка для прискорення твердіння бетону, як засіб від обмерзання льотних полів аеродромів, як реагент для приготуванні охолоджуючих сумішей і т.д.

Причому, джерелом Ca(OH)<sub>2</sub> може служити також і негашене вапно СаО.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На стадії кристалізації лаурилсульфату натрію утворюється відхід – водно-ацетоновий маточник, який представляє собою несольфитне з'єднання і частково містить лаурилсульфат і мінеральні солі - хлорид і сульфат натрію . Даний відхід не є токсичною речовиною. Однак він може завдати шкоди водоймам зважаючи на підвищення ГПК і БПК . Для запобігання цим явищам була розроблена технологія утилізації ацетонового відходу - маточника, яка полягає в його дистиляції з одержанням регенерованого ацетону. Відхід дистиляції - кубовий залишок після відгону води може застосовуватися як добавка до котельного паливу, тобто замикатися в паливне кільце заводу.

Однак регенерований таким чином ацетон, як показали дані спектрального, функціонального і хроматографічного аналізів, містив у вигляді домішок ненасичені кетони: 4-метил-4-пента-2-он і його ізомер - 4-метил-3-пентен-2-он, кількість яких становила 2 - 3%. Дані сполуки утворилися на стадії нейтралізації сульфомаси при альдольній конденсації ацетону в лужному середовищі, яка зберігалася протягом усього процесу нейтралізації аж до досягнення еквівалентної точки. Це пояснюється необхідністю проводити процес нейтралізації шляхом подачі сульфомаси в лужний розчин. Якщо ж вчинити навпаки, буде мати місце протікання гідролізу Н-форм лаурилсульфата до вихідного лаурилового спирту [35].

З огляду на ці обставини, була розроблена технологія додаткової очистки спочатку регенерованого ацетону шляхом вискоєфективної ректифікації із застосуванням насадок колони з числом теоретичних тарілок, рівним десяти. При цьому після відгону 80 - 85% ацетону реактифікацію продовжували при поступовому збільшенні флегмового числа з 3 - 4 до 10 - 15. Після закінчення ректифікації кубовий залишок, що містить ненасичені кетони (окису мезитилу), може застосовуватися як розчинники ефірів целюлози, полівінілхлориду, природних смол і як інсектициди.

Отриманий таким чином (після додаткової чіткої ректифікації) кондиційний ацетон був хроматографічно чиста речовина і успішно застосовувався в наступних синтезах лаурилсульфата, тобто замикався в цикл.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги охорони довкілля:

1. Контролювання викидів шкідливих речовин у атмосферу — згідно з вимогами ДСП- 201 .
2. Захист ґрунту від забруднення побутовими і промисловими відходами — згідно з вимогами СанПіН 42-128-4690 .
3. Утилізація промислових відходів — згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.7.029 .
4. Захист поверхневих вод від забруднення — згідно з вимогами СанПіН 4630.

## 5.2. Охорона праці при виробництві лаурилсульфат натрію

Кожен співробітник повинен брати участь у підтримці безпечних умов праці шляхом:

- залучення до системи охорони праці на робочому місці;
- дотримання встановлених процедур та інструкцій;
- носіння захисного одягу та обладнання, як це передбачено відповідними інструкціями;
- повідомляти керівництво про будь-які травми якнайшвидше після виникнення;
- повідомляти керівництво про всі нещасні випадки та аварії, що сталися на робочому місці.
- проводити новим співробітникам, стажерам і відвідувачам інструктаж на робочому місці стосовно безпеки та охорони праці;
- негайно повідомляти керівника про будь-які проблеми зі здоров'ям;
- зберігати робоче місце в чистому стані, щоб звести до мінімуму ризик будь-яких травм.

Під час роботи працівники контактують з хімічною речовиною. Роботодавець повинен забезпечити відповідне обладнання, інформацію та навчання для роботи з хімічними речовинами.

Працівник повинен дотримуватися всіх інструкцій під час роботи з хімікатами, щоб переконатися, що він використовує безпечні методи при роботі.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, працівник повинен дотримуватися всіх інших правил, програм, інструкцій з охорони праці. Для запобігання виникненню нещасних випадків на робочому місці працівнику надаються в повному обсязі засоби індивідуального захисту (захисний екран, захисна маска, респіратор, захисні окуляри, протигаз, рукавички та спецодяг) [36].

При незадовільному стані здоров'я працівники до роботи не допускаються.

Надавати чіткі інструкції та інформацію, а також належну підготовку для забезпечення робочого процесу працівників, відповідно до вимог та встановлених норм.

Для працівників, які приймаються на роботу і при подальшій роботі проводяться навчання у формі інструктажів з питань охорони праці, пожежної безпеки, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій та пожеж.

Залучати та інформувати працівників про умови роботи на робочих місцях при виконанні їх повсякденних обов'язків

Безпосередньо на робочому місці керівник проводить первинний інструктаж з безпечної організації виконуваних робіт та робить запис в Журнал реєстрації інструктажів з охорони праці на робочому місці.

Дії в надзвичайних ситуаціях - евакуація в разі пожежі або іншої надзвичайної ситуації.

Обов'язки працівників. Використовувати засоби індивідуального захисту

У кожній лабораторії є відповідальна особа, яка контролює дотримання загальних норм/правил роботи на робочому місці та і в разі непередбачуваної ситуації має організувати подальші дії працівників для їх безпеки.

Наявне цілодобове відеоспостереження в лабораторіях, що дає змогу працівникам служби охорони підприємства бути в курсі ситуації, що відбувається. Проходити навчання у формі інструктажів [37].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники під час прийняття на роботу та періодично проходять інструктажі з питань охорони праці (вступні, первинні, повторні, позачергові інструктажі, а також спеціальні інструктажі при роботі з прекурсорами), надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також із правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій і пожеж, навчання при роботі з посудинами під тиском, навчання при роботі з небезпечними хімічними речовинами.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на 3 роки проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві. У спеціалістів виробництва перевіряються знання тих нормативних актів з охорони праці, виконання яких входить до їх службових обов'язків.

Працівники, які показали незадовільні знання, повинні протягом одного місяця пройти повторну перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві.

Проходити раз на 2 роки медогляди, обов'язково – при влаштуванні на роботу.

Категорично забороняється зберігання будь-яких реактивів без етикеток з назвами речовин. Неприпустимо захаращувати коридори і проходи в лабораторіях, а також підходи до засобів пожежогасіння. Забороняється зберігати і приймати в хімічній лабораторії їжу. При роботі у вечірній і нічний час в лабораторіях повинні знаходитися не менше двох осіб, при цьому одна з них призначається головною. Співробітники, що приступають до нового виду вогнебезпечної або вибухонебезпечною роботи, повинні отримати попередній інструктаж з техніки безпеки (ТБ), охорони праці (ОП) та пожежної безпеки (ПБ) від свого керівника. Особливі вимоги пред'являються до зберігання речовин [37].

Загальний запас одночасно зберігаючих в кожному приміщенні вогнебезпечних рідин не повинен перевищувати одноденної потреби. \

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний запас цих речовин має зберігатися на спеціальних складах. Неприпустимо зберігання горючих рідин у поліетиленовому посуді.

Отруйні сильнодіючі речовини такі як миш'як та його сполуки, синильна кислота і її солі та інші повинні зберігатися в спеціально відведеному місці в опломбованій шафі або в залізному ящику під замком.

Відповідно до СНиП 11-90-81 хімічні лабораторії відносяться до категорії В - пожежонебезпечне виробництво. Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), приміщення хімічних лабораторій відносяться до класу В-16, так як роботи навіть з горючими і вибухонебезпечними речовинами ведуть у витяжних шафах або під витяжними зонтами, без застосування відкритого вогню і відкритих нагрівальних приладів [38].

Хімічні лабораторії необхідно розташовувати в окремих будівлях, у спеціальних прибудовах до виробничої будівлі або на верхніх поверхах виробничої будівлі, ізолювано від інших приміщень. Ступінь вогнестійкості будівель повинна бути не нижче третьої. Стіни і стелі хімічної лабораторії забарвлюють фарбами, які запобігають адсорбції отруйних речовин і дозволяють проводити їх чистку, миття або дегазацію. Підлоги і поверхні робочих столів рекомендується виконувати з негорючих або важкогорючих антикорозійних матеріалів. До робочих столів повинні бути підведені холодна й гаряча вода, газ, постійний і змінний струм, стиснене повітря .

У кожній хімічній лабораторії повинна бути передбачена можливість відключення подачі газу, води та електроенергії. Крани та рубильники закритого типу встановлюють поза робочих приміщень у легко доступних місцях. Всі приміщення хімічної лабораторії повинні бути обов'язково обладнані загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією, витяжними шафами, а при необхідності – місцевими відсмоктувачами від робочих стендів.

У кожній лабораторії є перелік речовин, роботу з якими обов'язково виконують у витяжних шафах. При роботі з кислотами і лугами приміщення повинні бути обладнані спеціальними гідрантами (кранами, фонтанчиками, шлангами) для тривалого промивання струменем води уражених ділянок шкіри або очей

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відпрацьовані горючі рідини і продукти реакції збирають у спеціально призначену для цієї мети герметично закрити тару, а потім регенерують або знищують. Зливати легкозаймисті і горючі рідини в каналізацію забороняється. Порядок придбання, відпуску, зберігання, обліку, транспортування і застосування сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) регламентовано спеціальними правилами. При роботі з СДОР необхідно дотримуватися особливої обережності. Зберігати їх треба окремо від усіх реактивів у спеціальних опломбованих ящиках або сейфах, на всіх посудинах з СДОР повинні бути етикетки з написом «Отрута» і назва речовини. У приміщеннях, де проводяться роботи з СДОР, систематично контролюють повітряне середовище. Після закінчення роботи залишки отруйних розчинів, продуктів дегазації та інші залишки збирають в окрему тару; забруднений посуд, прилади ретельно знешкоджують, а спецодяг і рукавички дегазують. СДОР знищують за наказом керівника лабораторії, який призначає відповідального за забезпечення заходів безпеки; одночасно знищують тару і засоби транспортування [39].

Служба охорони праці:

- складає за участю керівників підрозділів, служб головних спеціалістів (головного технолога, головного механіка, головного енергетика, головного металурга, інших фахівців), служби організації праці та заробітної плати переліки професій і видів робіт, для яких повинні бути розроблені інструкції, надає методичну допомогу під час їх розроблення;
- бере участь у розробленні інструкцій, зокрема на основі нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечення якими підрозділів покладено на службу;
- реєструє інструкції, що вводяться в дію (переглядаються) в журналі реєстрації інструкцій з охорони праці на підприємстві;
- видає примірники інструкцій керівникам структурних підрозділів (служб) з реєстрацією в журналі обліку видачі інструкцій з охорони праці на підприємстві;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- систематично контролює своєчасність розроблення нових і відповідність чинних інструкцій вимогам законодавства, періодичність перегляду та своєчасність внесення змін і доповнень до них;
- забезпечує підрозділи стандартами, іншими нормативно-технічними та організаційно-методичними документами з охорони праці.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

1. У результаті виконання дипломного проекту ми проаналізувано фізико – хімічні властивості, вплив на організм людини, сфери застосування алкілсульфату натрію.

2. Одними з найбільш розповсюджених синтетичних ПАР є алкілсульфати. Вони володіють високою поверхневою активністю, піноутворюючою і диспергуючою властивостями.

3. Використання добавки Е-487 в харчовій промисловості заборонено через негативного її впливу на організм людини. Основне застосування лаурилсульфата натрію полягає у виробництві засобів побутової хімії, різних миючих речовин і шампунів.

4. В даній роботі ми розглянули що виробництво алкілсульфат натрію сульфуванням олефінів є доцільним і економічно вигідним, гарантує виробництво алкілсульфат натрію високого ступеня чистоти.

5. Проаналізували технологію отримання алкілсульфат натрію з олефінів, розраховано матеріальний та тепловий баланс, запропоновано принципово – технологічну та апаратурно – технологічну схеми та підібрали обладнання для отримання даної добавки.

6. Проведено економічний розрахунок виробництва, витрати на сировину та інші потреби. Розрахована собівартість продукту для 1 т та для 1 кг. Показник рентабельності досить високий (20,32%), це показує, скільки відсотків становить прибуток у товарообігу.

7. Розглянули правила охорони праці, які необхідно дотримуватись при виробництві лаурилсульфату натрію.

					<b>ННІХТ.4-15.019.161.ДП.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
<i>Розроб.</i>		Олесюк В.Д.			<b>ВИСНОВОК</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Радзівська І.Г.					81	85
<i>Реценз.</i>						<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Самуйлова Л.В. Косметическая химия: учеб.издание/ Л.В. Самуйлова, Т.В. Пучкова// Ч. I:Ингредиенты. –М.: Школа косметических химиков, 2005. - 336 с.
2. Каспаров Г.Н. Основы производства парфюмерии и косметики/ Г.Н.Каспаров .- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1988.- 287с.
3. Бухштаб З.И. Технология синтетических моющих средств: Учеб. Пособие для вузов/ З.И.Бухштаб , А.П. Мельник, В.М. Ковалев . –М.: Легпромбытиздат, 1998. – 302 с.
4. Плетнев М.Ю. Косметико- гигиенические моющие средства/ М.Ю. Плетнев–М.: Химия, 1990. – 272 с.
5. Шварц А. Поверхностно-активные вещества. Их химия и технические применения/ А. Шварц и Дж. Перри, перев. И. А. Левина, Н.А. Плетеневой. – М. изд. Иностранной литературы, 1953. – 545 с.
6. Абразамов А.А. Поверхностно- активные вещества: Свойства и применение/ А.А. Абразамов. – 2-е изд. перераб. и доп. –Л.:Химия, 1981. – 304 с.
7. Ковалев В.М. Технология синтетических моющих средств: Учеб. Пособие для ПТУ/ В.М. Ковалев , Д.С. Петренко. –М.:Химия, 1992. – 272 с.
8. Башура А.Г. Технология косметических и парфюмерных средств: Учеб. пособие для студ. фармац. спец. высш. учеб. заведений/ А.Г. Башура, Н.П. Половко, Е.В. Гладух. –Х.: Изд-во НФАУ, 2002. – 272 с.
9. Файгольд С.И. Химия анионных и амфолитных поверхностно- активных веществ/С.И. Файгольд , А. Э. Кууск, Х.Э. Кийк.–Т.: Валгус, 1984. – 290 с.
10. Иоффе Б.С. Производство олефинсульфонатов / Б.С.Иоффе , Е.Л. Бабаян, Р.Е. Злотник . –М.: НИИТЭХим, 1984. – 340 с.

					<b>ННІХТ.4-15.020.161.082.ДП.ПЗ</b>					
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>						
Розроб.		Олесюк В.Д.			<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>					
Перевір.		Радзієвська І.Г.						<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Реценз.								82	85	
Н. Контр.								<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>		
Затверд.		Носенко Т.Т.								

11. Ребиндер П.А. Избранные труды: Поверхностные явления в дисперсных системах: Коллоидная химия/ П.А. Ребиндер. -М. : Наука, 1995. – 368 с.
12. Шинода К.Р. Коллоидные поверхностно-активные вещества/ К.Р. Шинода, Накагова Т.П. –М.:Мир,1996. – 319 с.
13. Плетнев М.Ю.Современные пенообразующие составы: свойства, области применения и методы испытаний / М.Ю.Плетнев, Б.Е. Чистяков, И.Г. Власенко. – М. :Нефтехим, 1984. – 140 с.
14. Абрамзон А.А. Поверхностно - активные вещества/ А.А. Абрамзон, Л.П. Зайченко, С.П. Файнгольд. – Л.: Химия,1998. – 370 с.
15. Закупра В.А. Методы анализа и контроля в производстве поверхностно-активных веществ/ В.А. Закупра. – М.,1977. – 280 с.
16. Муратова К.В., Пиріков О.В., Рибаченко В.І. Сучасні тенденції розвитку українського ринку мийних засобів / К.В. Муратова, О.В. Пиріков, В.І. Рибаченко // Збірник наукових праць ДонНУЕТ. – 2010. – С. 225-230.
17. Шубин А.А. Маркетинг синтетических моющих средств: Монография /А.А. Шубин, Д.П. Лойко, Т.П. Писаренко. – Донецк: ДонНУЭТ, 2006. – 243 с.
- 18.ДСТУ ГОСТ 33550:2019 Дистиляти нафтові та олефіни аліфатичні товарні. Визначення бромного числа електрометричним титруванням . – Введ. 2019.-05-30 – К.: Изд-во стандартов, 2019 – 4 с.
- 19.ДСТУ ГОСТ 2184:2018 Кислота сірчана технічна. Технічні умови. – Введ. 2018.-12-13 – К.: Изд-во стандартов, 2019 – 4 с.
- 20.ДСТУ ISO 979-2001 Натрия гидроксид технический. Метод определения щелочности . – Введ. 2001.-04-23 – К.: Изд-во стандартов, 2002 – 4 с.
- 21.Неволин В. Ф. Химия и технология синтетических моющих средств / В. Ф. Неволин. – Москва: Пищевая промышленность, 1971. – 540 с.
- 22.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.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

23. Львова А. Л. Основы технологии нефтехимического синтеза / А. Л. Львова, А. И. Динцес, Л. А. Потоловский. – Москва: Нефтяной и горно-топливной литературы, 1960. – 430 с.
24. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник. За ред.. проф.. І.В. Малежика. – К.: НУХТ, 2003. – 400с.
25. Резервуари двостінні [Електронний ресурс] // Єврохиммаш К.О.. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:  
[http://euromash.kiev.ua/ru/rezervuari\\_dvustenie\\_ru.php](http://euromash.kiev.ua/ru/rezervuari_dvustenie_ru.php).
26. Хімічний реактор [Електронний ресурс] // ЕкоХимМаш. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.prostanki.com/board/item/169110>.
27. Автоклав промисловий [Електронний ресурс] // Хімічний каталог – Режим доступу до ресурсу: <https://gospodarstvo.in.ua/product/avtoklav-promyishlennyiy-a1000.html>.
28. Декантер [Електронний ресурс] // Хімічний каталог – Режим доступу до ресурсу: [https://prom-nasos.pro/catalog/inzhiniring/dekanternaya\\_tsentrifuga/dekanternaya\\_tsentrifuga\\_dlya\\_bardy\\_ddgs/dekanter\\_haus\\_dde\\_4042/#detail\\_info](https://prom-nasos.pro/catalog/inzhiniring/dekanternaya_tsentrifuga/dekanternaya_tsentrifuga_dlya_bardy_ddgs/dekanter_haus_dde_4042/#detail_info).
29. Кошевой Е.П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. –СПб.: ГИОРД, 2005, -226с.
30. Бойко Л.С., Высоцкий А.З., Галиченко Э.Н. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения. Справочник. - М.: Машиностроение, 1984, -247с.
31. ДСТУ ISO 2871-1:2015 Речовини поверхнево-активні. Засоби мийні. Метод визначення вмісту катіон-активних речовин. – Введ. 2015.-12-31 – К.: Изд-во стандартів, 2017 – 4 с.
32. ДСТУ 7284:2012 Засоби мийні. Визначання первинного біологічного розкладання аніонних поверхнево-активних речовин еталонним методом. – Введ. 2012.-12-29 – К.: Изд-во стандартів, 2013 – 4 с.
33. Свояк, Н. І. Екологічне інспектування / Н. І. Свояк. – Черкаси : Вертикаль, 2008. – 464 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

- 34.Перистый В.А. Разработка технологической схемы производства высокочистого лау-рилсульфата натрия//Химическая промышленность сегодня. – 2007 – №10 – С.31 – 34.
- 35.Перистый В.А., Перистая Л.Ф. Шаповалов И.В. Разработка физико-химических основ технологического процесса очистки лаурилсульфата натрия//Химическая промышленность сегодня. – 2006. – №9 – С.17 – 20.
- 36.Гогіташвілі Г. Г., Карчевські Є.-Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 367 с.
37. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К.: Університет «Україна», 2009. – 295
- 38.Єгупов Ю.А. Організація виробництва на промисловому підприємстві, К.: ЦНЛ, 2006. – 488 с.
- 39.Меньшова В.П., Тобелко И.Л. Экономика химической промышленности : Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1982.- 303 с.
- 40.Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання /уклад.: О.Г Макаренко, О.В Подобій, Т.М. Бойчук та ін. – К.: НУХТ, 2020. – 66 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Формат	Позиція	Позначення	Назва	Кіл.		
Перв. примієн.			<u>Документація</u>			
	A1	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Апаратурне креслення			
Стор. №			<u>Апарати</u>			
	1,2,6	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Резервуар для зберігання сировини	3		
	3	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Реактор з мішалкою	1		
	4, 9, 14, 17, 25, 28, 30, 32, 34, 36	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Відцентровий насос	10		
	5, 11, 13	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Інжектор	3		
	7, 10, 19, 23, 41, 42	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Холодильник	6		
	8	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Автоклав	1		
	12	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Нейтралізатор	1		
	15	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Обезмаслювач	1		
	16	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Скрубер	1		
	18	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Екстракційна колона	1		
	Підп. і дата	20	ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Живильний бак	1	
21, 39		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Підгрівач	2		
22, 40		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Колона для рекуперації бензину	2		
24		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Декантерна центрифуга	1		
26, 29, 31, 33		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Нагрівач для випарної установки	4		
27		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Чотирикарпуса випарна установка	1		
35		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Бак	1		
37		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Фільтрпрес	1		
38		ННІХТ. ХТ-4-15.020.161.ДП.ПЗ	Відстійник	1		
Підп. і дата						
Інв. № подл.	Ізм.	Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	<p style="text-align: center;">ННІХТ.4-15.020.004.161.ДП</p> <p style="text-align: center;">Специфікація обладнання</p> <p style="text-align: right;">НУХТ Каф. ТЖХТ</p>
	Розроб.	Олесьюк В.Д.				
	Проб.	Радзівська П.				
	Консул.	Житницький ІВ.				
	Н.контр.	Пободю ОВ.				
	Утв.	Носенко Т.Т.				
Копіював						
Формат А4						

