

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових
добавок та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту ННІХТ
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«_____» червня 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
Тамара НОСЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«_____» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**
зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Удосконалення технології отримання лаурил сульфату натрію

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХТ-4-13
Іванюк Соломія Василівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник Біла Галина Миколаївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____
(підпис) Олександр МАКАРЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Я як здобувачка Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавала і не одержувала недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступень бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ _____ ” _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ**

Іванюк Соломія Василівна

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва лаурил сульфату натрію

Керівник роботи доцент к.х.н. Біла Галина Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затвердженні наказом наказом закладу вищої освіти від “15”квітня 2024 року № 296-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи потужність виробництва лаурил сульфату натрію становить 1000 кг/добу

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

Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, охорона праці, висновки, список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципово-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	13. 05.2024	31.05.2024

7. Дата видачі завдання 16 квітня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	13.05.2024	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	14.05.2024-16. 05.2024	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17. 05.2024-20. 05.2024	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	21. 05.2024-23. 05.2024	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	24. 05.2024-25. 05.2024	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	24.05.2024-27.05.2024	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	25.05.2024-29.05.2024	
8	ВИСНОВКИ	30.05.2024-31. 05.2024	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02. 05.2024-30. 05.2024	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	13. 05.2024-19. 05.2024	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	20. 05.2024-28. 05.2024	
12	ДОДАТОК	01.06.2024-02.06.2024	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	03.06.2024-07.06.2024	

Здобувачка _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

Соломія ІВАНЮК _____

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Галина БІЛА _____

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ІВАНЮК С.В. Удосконалення технології отримання лаурил сульфату натрію продуктивністю 1000 кг/добу.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 92 С., 13 РИС., 13 ТАБЛ., 5 ДОДАТКИ, 34 ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.

Опрацьовано літературний аналіз та наведено узагальнену інформацію щодо технології виробництва лаурил сульфату натрію SLS.

Охарактеризовані сировинні матеріали для розроблення технології виробництва лаурил сульфату натрію.

Розраховано матеріальний баланс та наведено калькуляцію собівартості виробництва лаурилсульфату натрію потужністю 1000 кг/добу.

На основі розрахунків запропоновано принципово-технологічну та апаратно-технологічну схеми отримання лаурил сульфат натрію.

Підібрано ключове технологічне обладнання відповідно до виробничої лінії, та наведено розрахунок основного устаткування.

Проведено розрахунки економічного аналізу, згідно якого собівартість виробництва 1000 кг. лаурил сульфату натрію буде становити 1 038 089,41грн, а ціна на продаж 1 т. продукції становить 1 494 848,75грн.

Наведено методи організації контролю якості продукції та заходи захисту охорони праці на виробництві лаурил сульфат натрію.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ДОБАВКА, ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНА РЕЧОВИНА, ЛАУРИЛ СУЛЬФАТ НАТРІЮ (SLS), ЛАУРИЛОВИЙ СПИРТ, ХЛОРСУЛЬФОНОВА КИСЛОТА, ТЕХНОЛОГІЯ.

ABSTRACT

Ivanyuk S.V. Improvement of the technology for obtaining sodium lauryl sulfate with a productivity of 1000 kg/day.

EXPLANATORY NOTE: 92 P., 13 FIG., 13 TABLES, 5 APPENDICES, 30 LITERATURE SOURCES.

A literature analysis was developed and generalized information on the production technology of SLS sodium lauryl sulfate was provided.

Raw materials for the development of sodium lauryl sulfate production technology are characterized.

The material balance is calculated and the cost calculation of the production of sodium lauryl sulfate with a capacity of 1000 kg/day is given.

On the basis of calculations, a principle-technological and equipment-technological scheme for obtaining sodium lauryl sulfate is proposed.

On the basis of calculations, a principle-technological and equipment-technological scheme for obtaining sodium lauryl sulfate is proposed.

The key technological equipment is selected according to the production line, and the calculation of the main equipment is given.

A detailed economic analysis was carried out, according to which the cost of production is 1000 kg. of sodium lauryl sulfate will be UAH 1,038,089.41, and the selling price of 1 ton of products is UAH 1,494,848.75.

The methods of organizing product quality control and labor protection measures at the production of sodium lauryl sulfate are presented.

KEY WORDS: FOOD SUPPLEMENT, SURFACTANT, SODIUM LAURYL SULFATE (SLS), LAURYL ALCOHOL, CHLOROSULPHONIC ACID, TECHNOLOGY.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Властивості харчової добавки E487	10
1.2. Економічність та вплив на навколишнє середовище лаурил сульфат натрію SLS	15
1.3. Галузі використання харчової добавки лаурил сульфату натрію SLS	18
1.4. Стан сировинної бази	Error! Bookmark not defined.
1.5. Аналіз існуючих технологій виробництва харчової добавки лаурил сульфату натрію.....	25
1.6. Шляхи удосконалення технології отримання харчової добавки лаурил сульфату натрію	28
РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	30
2.1. Характеристика вихідної сировини для технології виробництва лаурил сульфату натрію.....	30
2.2. Матеріальний розрахунок технології виробництва лаурил сульфату натрію	34
2.3. Принципово-технологічна схема виробництва лаурил сульфату натрію.....	34
2.4. Розрахунок та підбір основного обладнання	42
2.5. Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва лаурил сульфату натрію	56
РОЗДІЛ III. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	60
РОЗДІЛ IV. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	66
РОЗДІЛ V. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	69
5.1. Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві одержання лаурил сульфату натрію	69
5.2. Охорона праці на підприємстві виробництва лаурил сульфату натрію.....	75

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ	<i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
Власник документа НУХТ	<i>Розробник документа</i> Іванюк С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ	<i>ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.006.КП.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i> 20.02.2024	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 6/91

ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85
ДОДАТОК.....	90

ВСТУП

Поверхнево-активні речовини – хімічні речовини, які відіграють ключову роль при зниженні поверхневого натягу між рідинами, забезпечуючи ефективне очищення і піноутворення. З розвитком ринку поверхнево-активних речовин зростає й попит на лаурил сульфат натрію, що стимулює пошук нових підходів до його виробництва та удосконалення існуючих технологій.

На сьогоднішній день, ринок SLS перебуває у фазі постійного приросту завдяки широкому використанню в різних галузях промисловості. У 2023 році було зафіксовано, що обсяг виробництва речовини, в порівнянні з попередніми роками, перевищував близько в 10 мільярдів доларів США. На розмір і темпи зростання ринку впливають такі фактори, як зростання населення, урбанізація та підвищення обізнаності споживачів щодо особистої гігієни.

Основною перевагою сурфактанта є його висока ефективність як переносника та піноутворювача, що робить його незамінним у виробництві шампунів, зубних паст, гелів для душу та миючих засобів. Доступність і низька вартість є візитною карткою, тому виробники часто надають перевагу даному компоненту у складі своїх споживчих засобів.

Однак разом із позитивними аспектами, використання аніонного стабілізатора створює й значні проблеми, пов'язані з його впливом на навколишнє середовище та здоров'я людини. Лаурил сульфат натрію може викликати подразнення шкіри та слизових оболонок, а також негативно впливати на водні екосистеми при скиданні стічних вод. Тому виникає необхідність у розробці екологічно безпечних методів його виробництва та удосконаленні процесів його використання.

Сучасні тенденції у виробництві поверхнево-активних речовин, зокрема SLS, спрямовані на зниження екологічного навантаження шляхом застосування

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ	<i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Іванюк С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВСТУП	<i>ННІХТ.ХТ-4-14.024.161.008.КП.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i> 15.04.2024	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 8/91

біорозкладних матеріалів та впровадження нових технологій, які мінімізують шкідливі викиди.

Удосконалення виробництва *Sodium Lauryl Sulphate* є великим кроком у розвитку індустрії ПАР, що дозволяє забезпечити баланс між ефективністю продукту та його екологічною безпекою. Це включає як оптимізацію технологічних процесів, так і пошук нових підходів до використання сировини, що дозволяє створити більш стійкі, та безпечні для навколишнього середовища, продукти.

Мета роботи – на основі проведеного огляду науково-технічної літератури запропонувати шляхи удосконалення технології отримання лаурил сульфату натрію (SLS).

Об'єкт дослідження – технологія отримання лаурил сульфат натрію (SLS).

Предмет дослідження – лаурил сульфат натрію.

Завдання:

1. Розглянути існуючі технології виробництва лаурил сульфату натрію.
2. Запропонувати та змістовно обґрунтувати шляхи удосконалення технології отримання лаурил сульфату натрію.
3. Розрахувати матеріальний баланс хіміко-технологічного процесу виробництва лаурил сульфату натрію.
4. Запропонувати принципову і апаратурно-технологічну схеми отримання лаурил сульфату натрію.
5. Запропонувати принципову і апаратурно-технологічну схеми отримання лаурил сульфату натрію.
6. Розрахувати основний апарат.
7. Запропонувати заходи з охорони праці та навколишнього середовища.
8. Надати техніко-економічне обґрунтування запропонованого способу виробництва.

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Властивості харчової добавки E487

Питаннями застосування харчових добавок займається спеціалізована міжнародна організація *Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок і контамінатам (забрудникам) – ЖЕСФА*. (ФАО – від англ. FAO – *Food and Agricultural Organization – Продовольча і сільськогосподарська організація ООН*; ВООЗ – *Всесвітня організація охорони здоров'я*.) Для виконання Об'єднаної програми ФАО/ВООЗ за харчовими стандартами при комітеті створена спеціальна комісія **Codex Alimentarius**, що є міжурядовим органом, який включає більше 120 держав-членів.

До харчових добавок (*Food additives*), за одним з перших визначень ЖЕСФА, відносять "...нехарчові речовини, що додаються в продукти харчування, як правило, в невеликих кількостях, для поліпшення зовнішнього вигляду, смакових якостей, текстури або для збільшення термінів зберігання".

Термін "харчова добавка" не має єдиного тлумачення. Згідно із "Санітарними правилами і норми по застосуванню харчових добавок" (Наказ МОЗ України № 222 від 23.03.1996 р.), *харчові добавки* – природні або синтезовані речовини, які навмисно вводяться до продуктів харчування з метою надання їм необхідних властивостей (наприклад, органолептичних, технологічних) і не вживаються самостійно у вигляді харчових продуктів або звичайних компонентів їжі. Харчові добавки можуть залишатися у харчових продуктах у повному обсязі або у вигляді речовин, які утворюються після хімічної взаємодії добавок з компонентами продуктів харчування.[2]

Число харчових добавок, що використовуються у виробництві харчових продуктів в різних країнах, досягає сьогодні 500, не враховуючи

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Біла Г.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Іванюк С.В.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.010.КП.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 15.04.2024	Мова ua	Аркуш 10/91

комбінованих добавок, окремих запашних речовин, ароматизаторів.

Для гармонізації їх використання Європейською Радою була розроблена раціональна система цифрової кодифікації харчових добавок з літерою «Е». Індекс «Е» спеціалісти асоціюють як зі словом Європа, так і зі словами *essbar*, *edible*, що у перекладі із німецької та англійської мов, відповідно, означає їстівний. Він у поєднанні з тризначним номером є синонімом складної назви конкретної сполуки, що є харчовою добавкою.

Класифікації харчових добавок:

E100...E182 – барвники;

E200 і далі – консерванти;

E300 і далі – антиокисники (антиоксиданти);

E400 і далі – стабілізатори консистенції, емульгатори;

E500 і далі – регулятори кислотності, розпушувачі;

E620 і далі – підсилювачі смаку і аромату;

E700...E800 – запасні індекси для іншої можливої інформації;

E900 і далі – глазуруючі агенти, поліпшувачі хліба;

E1000 і далі – підсолоджувачі, добавки, що перешкоджають злежуванню цукру, солі, добавки для обробки борошна, крохмалю і т.д.

Лаурилсульфат натрію (*Sodium laurilsulfate (EP/BP); Sulfuric Acid Monododecyl Ester Sodium Salt; Dodecyl Sodium Sulfate; Dodecyl Sulf ate Sodium Salt, Lauryl Sodium Sulfate, Lauryl Sulfate Sodium; Lauryl Sulfate Sodium Salt; Sodium 1-Dodecanol Sulfate; Sodium Dodecyl Sulfate*; – є стабілізатором, що зберігає і покращує в'язкість та консистенцію харчових продуктів. Добавка E487 немає офіційного дозволу на використання у харчовій промисловості, оскільки дослідження про її вплив на організм людини ще не було завершено. Емульгатор E487 виключений із СанПіН, національного стандарту з харчових добавок про це згадується у Кодексі Аліментаріус без зазначення статусу.

Лаурилсульфат натрію (див. рис. 1.1) є аніонним сурфактантом, одержуваним при утворенні сульфатів із розчину спирту лаурила та із застосуванням хлорсульфованої кислоти.



Рис.1.1 – Зовнішній вигляд лаурил сульфату натрію (SLS)

Харчова добавка (E487) - використовується в технологічних цілях у процесі виробництва харчових продуктів. Лаурилсульфат натрію – натрієва сіль лаурилсерної кислоти, аніоноактивна поверхнево-активна речовина, яка відіграє роль потужного детергента у промисловості, фармакології, косметології. Вона є амфіфільною, тому часто зустрічається в промисловості як сильний засіб, що чистить і змочує, у машинних маслах, при виробництві більшості миючих засобів, шампунів, зубної пасти, косметики для утворення піни. Застосовується в рідинній хроматографії як іон-парний агент для динамічної модифікації сорбентів фарма.

Зовні виглядає як порошок білого кольору. Він має формулу $C_{12}H_{25}NaO_4S$ і молекулярну масу 288,38 г/моль. На рисунку (1.2) зображено структурну формулу лаурил сульфат натрію (SLS).

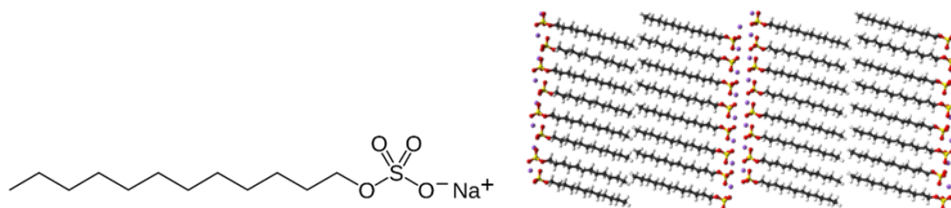


Рис.1.2 – Структурна формула лаурил сульфату натрію (SLS)

Пальне, температура самозаймання 310,5 °С;

температура плавлення становить близько 204-207 градусів;
розчинність у воді – не менше 130 г/л. (при 20 °С);
колір водяного розчину лаурилсульфату натрію від жовтого до жовто-коричневого;
у водяних розчинах утворює стійку піну. рН 7,0–9,5 (1% водний розчин);
кислотне число – 0;
критична концентрація міцелоутворення – 2,365 г/л. при 20 °С;
густина – 1,07 г/см³ при 20 °С;
поверхневий натяг 25,2 мН/м. (0,05% водний розчин при 30 °С);
міжфазовий натяг – 11,8 мН/м. (0,05% розчин при 30 °С);
вміст води – 5%;
коефіцієнт розподілу – 7,0 (0,05% водний розчин при 30 °С);
час поглинання води при контакті з водою – 118 с;

Несумісний з солями багатовалентних іонів металів, таких як алюміній, свинець, олово, цинк і солі калію. Взаємодіє з катіонними ПАВ. Сумісний з розведеними кислотами і іонами кальцію та магнію. Розчини натрію лаурилсульфату мають помірну корозійну дію на сталь, мідь, бронзу та алюміній. Має бактериостатичні властивості відносно грампозитивних бактерій, проте неефективний проти грамнегативних мікроорганізмів. Підсилює протигрибкові властивості деяких активних фармацевтичних інгредієнтів, таких як сульфаніламід і сульфатіазол.[3].

Sodium Lauryl Sulphate відноситься до речовин, які мають помірну токсичність, але може призвести до гострої токсичності при контакті зі шкірою, очима, слизовою оболонкою та шлунком. Повторне нанесення на шкіру може викликати її пересихання, тріщини та контактний дерматит. Тривале вдихання може негативно позначитися на функціонуванні легенів. Рекомендована добова пероральна доза складає 0,5–5,0 г на 1 кг маси тіла людини.

Зберігають у щільно закритих контейнерах у сухому холодному місці, віддаленому від сильних окисників. Натрій лаурил сульфат є стабільною речовиною при зберіганні в стандартних умовах. При рН 2,5 і нижче він розкладається (гідролізується) з утворенням лаурилового спирту та натрію бісульфату.

Таблиця 1.1

Фізико-хімічні властивості лаурилсульфат натрію (SLS)

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд (колір, смак, консистенція, запах)	Порошок білого кольору або кристалічна речовина твердої форми, без смаку(злегка гірка), слабкий запах
Загальна формула	$C_{12}H_{25}NaO_4S$
Температура плавлення (°C)	204-207
Температура самозаймання (°C)	310,5
Молекулярна маса (г/моль)	288,38
Розчинність:	
у воді	Добре розчиняється у воді, утворюючи прозорі або слабо мутні розчини, залежно від концентрації та інших факторів
у метанолі (етанолі)	Мають здатність розчинитись, проте його розчинність у таких розчинниках зазвичай набагато нижча порівняно з водою
Густина (г/см ³ при 20 °C)	1,07
Регістраційний номер CAS	151-21-3

Вітчизняні хімічні підприємства добавку E487 не виробляють. Продукт постачають зарубіжні компанії:

- *ENASPOL GmbH* (Німеччина, Чехія);
- *Shijiazhuang Leveling Import and Export Co., Ltd.*(Китай);
- *GULF EXPORTS* (Індія);
- *Cognis* (Німеччина), компанія входить до концерну **BASF**.

1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище лаурил сульфат натрію

За останні роки світовий попит на поверхнево-активні речовини зріс приблизно до 17 мільйонів тонн, при цьому аніонні поверхнево-активні речовини становлять 46% світового споживання поверхнево-активних речовин, яке, як очікується, зросте на 2,6% протягом наступних 5 років. Це головним чином пояснюється тим фактом, що ці сполуки є амфіпатичними і мають широкий спектр застосувань у різних галузях промисловості. Однак через їх широке використання поверхнево-активні речовини були класифіковані як забруднювачі, що викликають занепокоєння (ЕоС), інакше відомі як нові забруднювачі. Їх повсюдна присутність у навколишньому середовищі, в основному в результаті скидання поверхнево-активних речовин, сприяє забрудненню навколишнього середовища, змінюючи екологічну рівновагу. Аніонні поверхнево-активні речовини, одні з найстаріших і найбільш часто використовуваних типів, були виявлені та контрольовані у стічних водах з концентраціями від 1 мг/л. (лінійний алкілбензолсульфонат [LAS]) до 2,8 мг/л. (спиртовий етоксісульфат [AES]), що викликає токсичну реакцію у водних організмів на рівні 0,002 мг/л.

Однак одна аніонна поверхнево-активна речовина під назвою лаурилсульфат натрію (SLS), технічно відома як додецилсульфат натрію (SLS) (CAS № 151-21-

3), рідко контролюється та залишається нерегульованою, оскільки вона вважається «екологічною» через її біорозкладаність. Іншою актуальною проблемою, пов'язаною з цією аніонною поверхнево-активною речовиною, є відсутність наукового консенсусу. Були отримані суперечливі висновки щодо безпеки сполуки, що вказує на її потенційну токсичність, різні регулюючі органи, включаючи *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), Національний інститут безпеки та гігієни праці та Фонд захисту навколишнього середовища, мають протилежні рішення щодо регулювання SLS, де деякі вказують на екологічний ризик, а інші стверджують, що використання речовини не є високим за рівнем небезпеки.

Для визначення впливу токсичності та шкоди лаурил сульфату натрію на навколишнє середовище, проводилися ряд досліджень, які описували вірні та на противагу невірні твердження, де було з'ясовано за якими нормами, в якій кількості та чи взагалі можливе співіснування даної речовини у суспільстві.

1. Токсичність для внутрішніх органів

Часто стверджується, що SLS вбирається в кров, накопичується в серці, печінці, легенях і мозку та викликає пошкодження. Такі гучні висловлювання трактують *Cosmetic Ingredient Review* (CIR), однак, не дивлячись на те, що SLS має здатність до поглинання у шкіру при зовнішньому нанесенні, більша частина матеріалу все ж таки залишається на її поверхні. SLS, яка всмоктується в кров, швидко метаболізується в печінці до більшої кількості розчинених у воді метаболітів, які швидко виводяться з сечею, калом та іноді з видихом. У звіті CIR немає жодних доказів, які підтверджують накопичення SLS у життєво важливих органах, таким чином, звинувачення стосовно того, що лаурил сульфат натрію буде біонакопичуватися в організмі людини та викликати пошкодження органів, є недостовірними.

2. Канцерогенність

Найбільш кричущим «підтвердженням» є те, що SLS вважається канцерогенним. Походження цього «підтвердження» невідоме, але воно, ймовірно, походить від багатьох неправильних тлумачень наукової літератури. Прийняття того, що лаурил сульфат натрію є канцерогенним, часто обґрунтовується на дослідженнях, які вибирають цей компонент задля оцінки канцерогенності інших речовин. В той час інші твердження обумовлюють, що SLS як біологічний агент, який викликає появу злоякісного новоутворення, зумовлює хімічну реакцію між речовиною і формальдегідом, яка створює нітрозаміни. Однак *Sodium laurilsulfate* і формальдегід не можуть реагувати та утворювати їх, адже вони містять два атоми азоту, яких немає в складі ні в одного, ні в іншого компонента.

3. Біорозкладання

Здатність хімічної речовини розкладатися на прості нетоксичні компоненти в умовах навколишнього середовища протягом короткого періоду часу (зазвичай 96 годин) означає, що вона піддається біологічному розкладанню. SLS легко розкладається в аеробних і анаеробних умовах і, отже, не зберігається в навколишньому середовищі. Біологічне розкладання SLS відбувається шляхом гідролітичного розщеплення сульфатно-ефірного зв'язку з утворенням неорганічного сульфату та жирного спирту. Ці жирні спирти піддаються окисленню з утворенням жирних кислот, які розкладаються β-окисленням і повністю мінералізуються та включаються в біомасу. Таким чином, побічні продукти, які виділилися в процесі розкладання SLS вважаються нешкідливими для навколишнього середовища.

4. Токсичність

Небезпечна доза SLS становить близько 1,3 г на 1 кг ваги. Це означає, що людина вагою 60 кг для отруєння має випити приблизно півлітра шампуню, що містить 15% SLS.[20].

Лаурилсульфат натрію, має потужну здатність видаляти жир, тому традиційно використовується в миючих та косметичних засобах для видалення надлишкового

себуму з обличчя . Проте, тривале та надмірне використання може порушити плівку шкірного покриву, що безпосередньо призведе до пошкодження шкірного бар'єру та спричинить анатопічний дерматит, тому концентрація не повинна перевищувати 1%.

Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), що об'єднує понад 30 розвинених країн, розглянула питання про небезпеку для людини та навколишнього середовища в категорії «Хімічні речовини», до складу яких входить лаурилсульфат натрію. Як результат, небезпеки для здоров'я людини та довкілля, включаючи канцерогенність, SLS – не несе.

1.3 Галузі використання харчової добавки лаурил сульфату натрію SLS

Будучи отриманим із недорогих кокосових та пальмових олій, SLS вважають легкодоступним компонентом, і тому його часто можна зустріти в багатьох засобах щоденного вжитку, які «красуються» на вітринах магазинів.

Широкий сегмент комерційних виробництв SLS включає косметичну, текстильну, паперову, будівельні матеріали, хімічну, нафтову, фармацевтичну та інші галузі. Додецилсульфат натрію є поширеним компонентом у виробництві знежирювачів для двигунів, синтетичних каучуків, смол і пластмас. Зазвичай можна знайти у формі емульгатора та очищувального агента в різних побутових миючих засобах, включаючи засоби для прання, засоби для посуду та спреїв. Його стандартні концентрації залежать від продукту та виробника. Однак, середній показник концентрації для косметичних засобів становить від 0,01% до 50%, тоді як його представництво в миючих засобах коливається від 1% до 30%.

Застосування *Sodium lauryl sulfate* в промисловості:

1. Промисловість харчових продуктів.

У минулому SLS використовувався для виробництва продуктів харчування в якості стабілізатора E487, для підвищення в'язкості і консистенції продуктів (тортів, напоїв, протеїнів, свіжих фруктів, напоїв з фруктових соків, харчової олії). Однак, на даний момент харчова добавка заборонена у багатьох країнах через негативний вплив на організм людини.

2. В косметичній промисловості

SLS широко застосовується, як зазначалося вище, в різних засобах особистої гігієни та косметиці, завдяки своїм піноутворюючим та очищувальним властивостям. Він додається у велику кількість гелів для душу, в тверді та рідкі мила та в шампуні. У малих дозах його можна виявити навіть у дитячих засобах по догляду за шкірою та волоссям: лосьйоні, в милі та шампуні. У косметиці лаурил сульфат натрію часто використовується як сильна поверхнево-активна речовина через її здатність знижувати поверхневий натяг між інгредієнтами. Це допомагає емульгувати олії та інгредієнти на водній основі, полегшуючи створення стабільних складів та рівномірний розподіл продукту по шкірі або волоссю.

Нерідко зустрічається і в зубній пасті, створюючи густу та щільну піну при чищенні зубів, що сприяє рівномірному розподілу зубної пасту в роті та її досягненню усіх ділянок порожнини рота. Завдяки цій здатності SLS дозволяє активним інгредієнтам у складі, таким як фторид або гідроксіапатит, більш ефективно контактувати із зубами та яснами.

3. В промисловому прибиранні

Завдяки гарному піноутворенню і очищаючим властивостям, речовини активно додають в продукцію побутової хімії: рідини для миття підлоги, плитки та сантехніки, засоби для миття посуду, порошки та гелі для прання, полірувальники скла і дзеркал.

4. У фармацевтичній галузі

- *Солюбілізація.* Додецилсульфат натрію є амфифільною сполукою з різними гідрофільними та гідрофобними групами в його молекулі, він широко застосовується як солюбілізатор і розчинник у фармацевтичних препаратах.

- *Розпад.* Додавання відповідної кількості SLS до таблетки може покращити її змочуваність, прискорити проникнення води та збільшити швидкість розчинення препарату.

- *Емульгування.* Додецилсульфат натрію є емульгатором, який зазвичай використовується в емульсіях та для створення основ емульсій. Значення гідрофільно-ліпофільного балансу SLS становить близько 40, проте частіше використовується дозування в проміжку від 5-20 г·л⁻¹, незважаючи на це, надмірне дозування мало впливає на зниження поверхневого натягу.

Його часто використовують у поєднанні з іншими емульгаторами W/O (*water in oil*) (моностеарат гліцерину, сорбітан жирної кислоти тощо), щоб регулювати значення гідрофільно-ліпофільного балансу кремової системи.

- *Антибактеріальний ефект.* Лаурил сульфат натрію має антибактеріальну дію щодо грампозитивних бактерій, особливо це стосується *Staphylococcus aureus*.

- *Змащування.* Додецилсульфат натрію можна використовувати як змащувальний матеріал у загальних твердих препаратах, його змащувальна ефективність в рази потужніша в порівнянні з дією стеарату магнію.

- *Антистатичний ефект.* Компонент SLS має антистатичні властивості та підходить для використання в покритті гранул.

5. У лабораторних дослідженнях

Лаурилсульфат натрію використовується як засіб-подразник шкіри під час випробувань препаратів, крім того, він може приймати участь у дослідженні властивостей білків, таких як денатурація білків або їх структури, оскільки він може взаємодіяти з білками та змінювати їх функціональність.

У виробництві гуми лаурилсульфат натрію входить до складу внутрішнього мастила. Нутрицевтиці застосовують його як допоміжну речовину (неактивний інгредієнт) у багатьох своїх продуктах. У гірничо-металургійній промисловості, він слугує флотаційним агентом для збагачення металеві руди. У текстильній, поліграфічній, лакофарбовій, нафтовій та шкіряній промисловості SLS застосовується як мастило, фарбувальний агент, очищувач, агент для утворення піни та засіб для зняття жиру.

1.4 Стан сировинної бази

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

ПАР – представляють собою функціонально заміщені вуглеводи і їх класифікація визначається природою вуглеводного радикалу і функціональної групи. Деякі ПАР характеризуються здатністю зберігати косметичні вироби від мікробіологічного псування і використовуються з цією ціллю в якості консервантів.

Згідно з класифікацією ПАР за хімічною будовою їх поділяють на іоногенні і неіоногенні, а іоногенні в свою чергу підрозділяють на аніонні, катіонні і амфолітні (амфотерні). В загальному світовому виробництві ПАР на частку неіоногенних припадає біля 30%, на частку аніонних – біля 60%, на частку катіонних – біля 10%. (табл.1.2) [6].

Класифікація ПАР за хімічною будовою

№	Клас ПАР	Застосування	Переваги	Недоліки
1.	Анніони	Шампуні, гелі для душу, засоби для миття рук.	Невисока вартість; хороший миючий ефект;	Найбільш агресивні по відношенню до організму людини; чутливі до жорсткості води.
2.	Катіонні	Засоби для кондиціонування волосся та догляду за шкірою, консерванти.	Мають бактерицидні властивості; мають кондиціонуючий ефект;	Низькі функціональні властивості.
3.	Амфотерні	Креми, кондиціонери для волосся, засоби для гігієни.	найбезпечніші з поверхнево-активних речовин.	висока вартість; стійкість в жорсткій воді.
4.	Неіоногенні	Стабілізатори, емульгатори, дезинфікуючі засоби, миючі засоби, шампуні, гелі.	Хороша дія на тканину; позитивний вплив на структуру волосся; стабілізують піну.	Висока вартість.

1. Аніонактивні речовини дисоціюють у воді, утворюючи негативно заряджені поверхнево-активні іони (аніони). Аніоактивні ПАР володіють хорошою розчинністю у воді. Збільшення температури і швидкості перемішування розчину, а також зменшення молекулярної маси ПАР сприяє підвищенню їх розчинності. SLS (лаурилсульфат натрію) і SLES (лауретсульфат натрію) належать якраз до цієї групи.



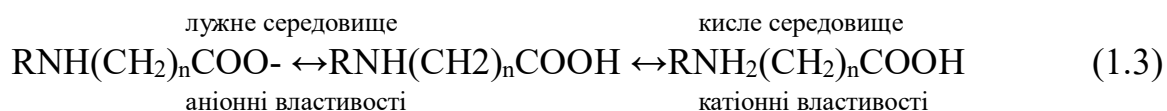
До аніонних ПАР відносяться: солі карбонових і сульфонових кислот, солі тіосульфатів і персульфатів, солі сульфоефірів і сульфамінових кислот.

2. 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 зі збільшенням температури та швидкості перемішування розчину. Катіонактивні ПАР володіють зниженою піноутворюючою здатністю.



Яскраві представники катіонних ПАР: солі амінів, четвертинні оксиди амінів, амонієві основи і їх солі, солі фосфонієвих основ і вони самі тощо.

3. 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 та катіонактивними властивостями. Амфотерні ПАР добре розчинні у воді, розчинність їх зменшується зі збільшенням числа вуглецевих атомів в ланцюгу.



До групи амфотерних ПАР відносяться: карбоксібетаїни, сульфобетаїни, фосфобетаїни, амінокарбонові кислоти, солі амінокарбонових кислот.

4. Неіоногенні поверхнево-активні речовини це – ПАР молекула яких не утворює ніяких іонів у водному розчині. Основні представники неіоногенних

ПАР: поліспирти; поліетиленгліколі; кислоти RCOOH з високим рівнем дисоціації; міни; алкілглікозиди; етоксілати, пропоксілати і бутоксілати; неонол; синтанол.

Розчинність неіоногенних ПАР у воді обумовлена наявністю у них функціональних ефірних чи гідроксильних груп, що мають значну спорідненість до води. Механізм розчинення пов'язаний з утворенням водневого зв'язку між молекулами води і атомами Оксигену, що входять в поліетиленгліколевий залишок. (див. рис. 1.3) [5].

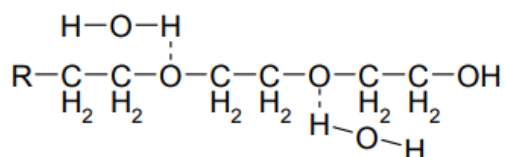


Рис.1.3 – Структурна формула механізму розчинення неіоногенних ПАР у воді

Загальна властивість молекул всіх поверхнево-активних речовин – здатність адсорбуватись на міжфазній поверхні. Молекули сурфактантів 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.

Друга важлива властивість емульгуючих агентів – це піноутворююча здатність, яка в сукупності з адсорбцією на міжфазній поверхні забезпечує м'яку здатність ПАР. Важливою властивістю піноутворювачів будь-якого типу є здатність до міцелоутворення. Міцели дифільних речовин являють собою асоціати десятків і сотні дифільних молекул.

Найбільш потужною рушійною силою ПАР є виробництво порошкоподібних СМЗ у складі яких, присутня велика частка активних компонентів SLS та SLES. Ці речовини часто асоціюються з негативними наслідками, так як вони досить агресивні й можуть спричинити пересушення та подразнення шкіри. Для зменшення їх негативного впливу в косметичних засобах, вони можуть

застосовуватися разом з амфотерними й неіоногенними поверхнево-активними речовинами.

В Україні діють такі основні документи, що регулюють безпеку засобів миття посуду:

1. Технічний регламент мийних засобів, затверджений наказом КМ України 20.08.2008, № 717 (у редакції постанови КМ України від 12.06.2013 № 408 з грудня 2013 р.);
2. ДСТУ 2972:2010 «Засоби мийні синтетичні порошкоподібні. Загальні технічні вимоги та методи випробування»;
3. СанПіН № 6026 Б-91 «Санітарні правила та норми по виробництву і застосуванню товарів побутової хімії»;

1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва харчової добавки лаурил сульфату натрію

Отримання лаурил сульфату натрію SLS є важливим процесом. Оскільки, його використовують для виробництва поверхнево-активних речовин, застосовуючи в широкому спектрі господарських продуктів і мийних засобів, як зазначалося вище. Тому він вважається невід'ємним компонентом в промисловій галузі, одержати який, можна кількома дієвими методами, основні з яких наведено у табл. 1.3.

В косметичній галузі для отримання лаурил сульфату натрію SLS найчастіше користується попитом метод сульфатації.

Цей процес включає реакцію лаурету (алкілбензолу або алкілетанолу) з сульфатною кислотою або її солями (наприклад, натрій сульфат або сірчана кислота), що призводить до утворення лаурилсульфату натрію.

Процес сульфатації може відбуватися за різних умов: температурою, часом реакції, концентрацією реагентів тощо, і може варіюватися залежно від

конкретного обладнання та технологічних процесів у конкретному виробництві. Такий метод дозволяє отримувати SLS високої якості, який широко використовується у виробництві шампунів, мильних засобів, пінок для ванни та інших косметичних продуктів.

Таблиця 1.3

Методи одержання лаурил сульфату натрію

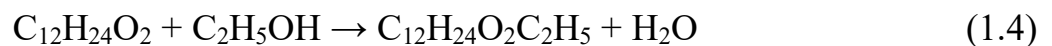
№	Метод отримання	Процес
1.	Сульфатація лаурету	Цей процес включає реакцію лаурету з концентрованими сульфатами, такими як сірчана кислота або хлорид сульфурілу, за утворенням сульфатовалеріану. Після цього сульфатовалеріана реагує з натрієвими солями, такими як натрій гідроксид або натрій карбонат, що призводить до утворення SLS.
2.	Етерифікація сульфатації	Цей метод передбачає етерифікацію сульфатовалеріану зі спиртами, такими як етанол або ізопропанол. Результатом цієї реакції є утворення етерів сульфатовалеріану, які потім гідролізуються, утворюючи SLS
3.	Сульфатування лаурету амідом кислоти	Цей метод включає реакцію лаурету з амідом сульфатної

		кислоти, який утворює мішанину сульфатовалеріану та амідю. Після цього амід гідролізується, що призводить до утворення SLS.
4.	Іонний обмін	Цей процес використовується для очищення та подальшої концентрації SLS, який був отриманий іншими методами.

Основні етапи утворення лаурил сульфату натрію SLS сировиною лауратом

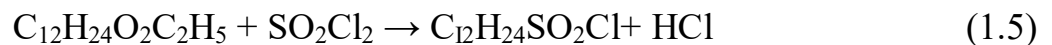
- Отримання лаурату (Лауринового ефіру)

Отримання лаурату (лауринового ефіру) проводиться шляхом етерифікації лауринової кислоти з етанолом:



- Сульфатування лаурату

Отриманий лаурат потім піддають сульфатуванню, де він реагує з концентрованими сульфатуючими реагентами, зазвичай хлоридом сульфонілу (SO_2Cl_2), за утворення лауринового сульфоніл хлориду.



- Нейтралізація до лаурил сульфату натрію

Лауриновий сульфоніл хлорид реагує з розчином гідроксиду натрію (NaOH) або лугом для утворення лаурил сульфату натрію (SLS):



Цей процес демонструє отримання лаурил сульфату натрію через хімічні реакції з використанням лауринової кислоти, етанолу, хлориду сульфонілу і гідроксиду натрію. Обидва сульфатування і нейтралізація є критичними етапами в процесі виробництва SLS, який використовується в багатьох галузях, включаючи косметику та миючі засоби.

- Сульфатування додецилового спирту хлорсульфоною кислотою, обробка аміловим спиртом, нейтралізація, фільтрація, сушіння, перекристалізація кінцевого продукту.

- Сульфатування лаурилового спирту хлорсульфоною кислотою, видалення хлористого водню, нейтралізація розчином лугу, фільтрація, сушіння.

- Сульфатування лаурилового спирту хлорсульфоною кислотою, вакуумування, нейтралізація їдким натрієм (NaOH), фільтрація, промивання спиртом, сушіння.

Останній метод є найбільш перспективним, оскільки передбачає отримання лаурилсульфату натрію шляхом сульфатування лаурилового спирту з подальшою нейтралізацією отриманого напівпродукту натрій карбонатом. Для видалення розчиненого залишкового хлороводню з сульфомаси пропонується використовувати вакуумування, застосовуючи подальше поглинання водою виділеного хлороводню під час десорбції та направлення його у пастку для HCl за допомогою відцентрового насоса. Ця стратегія дозволяє закрити цикл і уникнути порушення технологічного процесу при сульфатуванні, уникаючи можливого засмоктання соляної кислоти з абсорбера у сульфуратор і запобігаючи гідролізу сульфомаси до вихідного лаурилового спирту та сірчаної кислоти.

1.6 Шляхи удосконалення технології отримання харчової добавки лаурил сульфату натрію

Удосконалення методу виробництва лаурилсульфату натрію, згідно патенту, включає такі етапи: сульфатування лаурилового спирту хлорсульфоною кислотою, видалення хлористого водню, нейтралізацію розчином лугу, фільтрацію і сушку. Однак, відрізняється від інших методів, оскільки десорбцію хлороводню здійснюють вивільненням газів через устаткування з попереднім

надходженням в абсорбер при температурі 35-40°C і поступовому зниженні тиску до 30-35 мм. рт.ст. протягом 15 хвилин. Нейтралізацію проводять водно-ацетоновим розчином NaOH з вмістом води 18-24% при температурі 55-57°C. Після цього гарячий водно-ацетоновий розчин фільтрують при температурі не нижче 45-50°C, а кристалізацію лаурилсульфату натрію проводять в три етапи з поступовим зниженням температури і постійним перемішуванням. На кожному етапі виконують певні дії: на першому – охолоджують до температури 20-25°C, на другому – вводять кристалічний лаурилсульфат натрію для затравки кристалізації, а на третьому – витримують при -4-7°C протягом двох-трьох годин. Після цього проводять промивання кристалів лаурил сульфату натрію ацетоном при температурі 30-35°C.

Відмінність цього методу полягає в наступному. Для видалення розчинених рештків хлороводню із сульфомаси пропонується подавати його через отвір патрубку на вивільнення для поступового перенесення його парів в абсорбер, оскільки хлороводень виділяється з сульфатору в якості газу. Отримана концентрація розбавленої соляної кислоти надходить в абсорбер, куди безпосередньо перед початком десорбції поміщають в чистому вигляді розчин соляної кислоти. В процесі десорбції газ HCl взаємодіє із розчином і з вищою концентрацією виходить через патрубок. Таким чином, дана стратегія дозволяє уникнути порушень у технологічному процесі при сульфатуванні, виводячи соляну кислоту з абсорбера.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини для технології виробництва лаурил сульфату натрію

Лаурил спирт – лауриловий (dodecan-1-ол) або додекіловий спирт, є жирною альфа-омега-алкільною спиртовою групою. Лаурил спирт отримують шляхом гідроксидування додекану або каприлової кислоти. Він використовується як основний компонент для виробництва SLS E487. На рисунку 2.1 зображена структурна формула лаурил спирту.

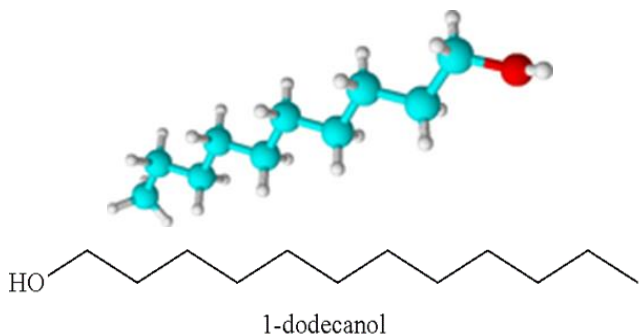


Рис.2.1 – Структурна формула лаурил спирту (dodecan-1-ол)

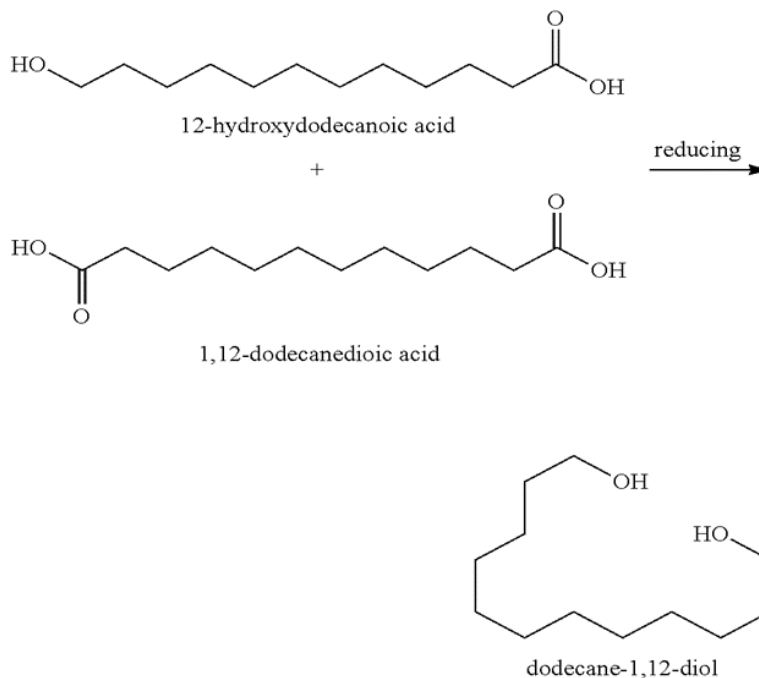


Рис 2.2 – Процес гідроксування dodecane-1,12-diol

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Біла Г.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Іванюк С.В.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.030.КП.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 15.04.2024	Мова ua	Аркуш 30/91

Лаурил спирт, використовується як вихідний матеріал для SLS, має формулу $C_{12}H_{25}OH$. Він отримується з гідроксидування олефінів або з реакції капрілової кислоти і аміаку. Сірчана кислота використовується для сульфоетерифікації лаурил спирту, утворюючи сульфат лаурилу, який потім нейтралізується розчином з сульфоетерифікації лаурил спирту, утворюючи сульфат лаурилу, який потім нейтралізується розчином соди каустичної для утворення SLS.

Додеканол, також відомий під назвою IUPAC 1-dodecanol або dodecan-1-ol, і під своєю тривіальною назвою додециловий спирт і лауриловий спирт є жирним спиртом, як зазначалося вище.

Додеканол є безбарвною, нерозчинною у воді твердою речовиною з температурою плавлення $24^{\circ}C$ та температурою кипіння $259^{\circ}C$. Має квітковий запах.

Таблиця 2.1

Загальна характеристика лаурил спирту

Показник	Норма
Зовнішні характеристики (колір, запах, консистенція)	Безбарвний або білий, квітковий запах, на вигляд воскоподібний (при кімнатній температурі)
Загальна формула	$C_{12}H_{26}O$
Молярна маса (г / моль)	186,34
Температура кипіння ($^{\circ}C$)	259
Густина ($кг/м^3$)	831
Температура плавлення ($^{\circ}C$)	24
Температура горіння ($^{\circ}C$)	127
Реєстраційний номер CAS	112-53-8
Розчинність:	

у воді (г/л)	0,004
у етанолі та діетиловому ефірі	розчиняється

Хлорсульфонова кислота (хлорсірчана кислота, сульфурилоксихлорид) – неорганічна сполука, моноклорангідрид сірчаної кислоти з хімічною формулою HSO_3Cl . Безбарвна рідина, що димить на повітрі і різко пахне.

У чистому вигляді безбарвна рухлива рідина, неочищений технічний продукт має темний колір. Має сильний запах та сильно димиться на повітрі.

Щільність складає $1,77 \text{ г/см}^3$. при 18°C , кипить при $155\text{-}156^\circ\text{C}$, при цьому частково розкладаючись. На рисунку 2.3 зображено структурну формулу хлорсульфонової кислоти.

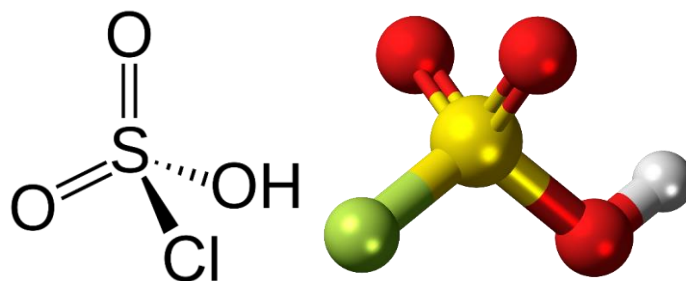


Рис.2.3 – Структурна формула хлорсульфонової к-ти (хлорсірчана кислота, сульфурилоксихлорид)

Дана кислота є сильним окислювачем, вона вважається небезпечно несумісною з горючими матеріалами, нітратами, хлоратами, металевими порошками, карбідами, особливо бурхливо реагує з водою, навіть може викликати вибухоподібні екзотермічні реакції при контакті з нею. Під час цієї реакції відбувається гідроліз хлорсульфонової кислоти з утворенням сірчаної кислоти та хлороводню, супроводжуючись виділенням великої кількості енергії. Ця речовина застосовується у сфері органічного синтезу для різноманітних реакцій, таких як сульфування, сульфохлорування, конденсація та реакція циклізації. Продукти цих реакцій застосовуються у фармацевтиці, фарбувальній

промисловості, сільському господарстві (як інсектициди та фунгіциди) та інших галузях.

Окрім цього, хлорсірчана кислота має й інші функціональні властивості, тому часто зустрічається у виробництві каталізаторів, хімічних спінювачів, миючих засобів, барвників, пестицидів фармацевтичних препаратів, пігментів, пластмасових смол, пластифікаторів, сахарину, поверхнево-активних речовин, дубильних речовин та багатьох інших хімікатів та хімічних проміжних продуктів.

Хлорсульфонова кислота є токсичною речовиною. Вона відноситься до 2-го класу небезпеки (високонебезпечні речовини) згідно з ГОСТ 12.1.007-76. Гранично допустимі концентрації продуктів розкладання кислоти в повітря на виробництві складає: сірчаної кислоти – 1 мг/м³, соляної кислоти – 5 мг/м³. При контакті зі шкірою вона спричиняє сильні опіки, а вдихання її парів та туману, що утворюється у вологому повітрі, призводить до серйозних пошкоджень дихальних шляхів. Працюючи з хлорсульфоновою кислотою слід дотримуватися правил безпеки, співробітників обов'язково повинні бути забезпечені спеціальним одягом та взуттям, а також засобами індивідуального захисту.

Таблиця 2.2

Загальна характеристика хлорсульфонової кислоти

Показник	Норма
Зовнішні характеристики (колір, запах, консистенція)	Безбарвна рідина, але комерційні зразки зазвичай блідо-коричневі. Має сильний запах та сильно димиться на повітрі.
Загальна формула	HSO ₃ Cl
Молярна маса (г / моль)	116,52
Температура кипіння (°C)	155–156

Густина (кг/м ³)	1,77
Температура плавлення (°C)	-80
Ентальпія утворення (кДж/моль)	-555,2
Реєстраційний номер CAS	7790-94-5
Розчинність:	
у воді (г/л)	гідроліз
зі спиртами, розчинами в хлорвуглеводнях	реагує
PubChem	24638
Рег. номер EINECS	232-234-6

2.2 Матеріальний розрахунок технології виробництва лаурил сульфату натрію

Розрахунок матеріального балансу проведено згідно рівнянь реакції на кожній стадії за стехіометричною схемою $aM(A)+bM(B)=cM(C)+dM(D)$, де a,b,c,d – стехіометричні коефіцієнти.

Матеріальний баланс стадії сульфатування



$$aM(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) = 1 \cdot 186 \text{ г/моль} = 186 \text{ г / моль};$$

$$bM(\text{HSO}_3\text{Cl}) = 1 \cdot 116 \text{ г/моль} = 116 \text{ г/моль};$$

$$cM(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = 1 \cdot 266 \text{ г/моль} = 266 \text{ г/моль};$$

$$dM(\text{HCl}) = 1 \cdot 36 \text{ г/ моль} = 36 \text{ г/ моль}$$

Проводимо аналіз на правильність наших обчислень для перевірки їх точності:

$$aM(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) + bM(\text{HSO}_3\text{Cl}) = cM(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) + dM(\text{HCl});$$

$$186 \text{ г / моль} + 116 \text{ г/моль} = 266 \text{ г/моль} + 36 \text{ г/ моль} \quad 302 \text{ г/моль} = 302 \text{ г/моль}$$

На стадію сульфатування поступає 435 кг. безводного лаурилового спирту.

Визначаємо кількість хлорсульфонової кислоти, необхідну для стехіометричної реакції.

$$n(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) = m(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) / M(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) = 435/186 = 2,33 \text{ моль}$$

Згідно з рівнянням реакції

$$n(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) = n(\text{HSO}_3\text{Cl}) \quad m(\text{HSO}_3\text{Cl}) = n(\text{HSO}_3\text{Cl}) \cdot M(\text{HSO}_3\text{Cl}) = 2,33 \cdot 116 = 270,28 \text{ кг}$$

Розраховуємо вихід лаурил сульфату у складі сульфомаси.

$$n(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) \quad m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = 2,33 \cdot 266 = 619,78 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс стадії десорбції

Вихід хлороводню визначаємо за законом збереження маси $m(\text{HCl}) = m(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}) + m(\text{HSO}_3\text{Cl}) - m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = 435 + 270,28 - 619,78 = 85,5 \text{ кг}$

Матеріальний баланс стадії нейтралізації

Реакція для розрахунку: $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$

$$aM(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = 1 \cdot 266 \text{ г/моль} = 266 \text{ г/моль};$$

$$bM(\text{NaOH}) = 1 \cdot 40 \text{ г/моль} = 40 \text{ г/моль};$$

$$cM(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = 1 \cdot 288 \text{ г/моль} = 288 \text{ г/моль};$$

$$dM(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 18 \text{ г/моль} = 18 \text{ г/моль};$$

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$aM(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) + bM(\text{NaOH}) = cM(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) + dM(\text{H}_2\text{O});$$

$$266 \text{ г/моль} + 40 \text{ г/моль} = 288 \text{ г/моль} + 18 \text{ г/моль};$$

$$306 \text{ кг/к моль} = 306 \text{ кг/к моль};$$

Маса лаурилсульфату, що надходить на нейтралізацію, становить 619,78 кг

Необхідна кількість луку становить:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = n(\text{NaOH}) \quad m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 2,33 \cdot 40 = 93,2 \text{ кг}$$

Виконуємо розрахунок маси лаурил сульфату натрію, який утворюється після нейтралізації.

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) \quad m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = 2,33 \cdot 288 = 671,04 \text{ кг}$$

Вихід води визначаємо за законом збереження маси

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}) + m(\text{NaOH}) - m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = 619,78 + 93,2 - 671,04 = 41,94 \text{ кг}$$

На нейтралізацію використовують 1300 л. ацетону, втрати якого становлять 5%.

$$\text{Залишок ацетону після закінчення нейтралізації становить } V(\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3) = 1300 \cdot 0,95 = 1235 \text{ л}$$

Матеріальний баланс стадії фільтрування:

Вхідні дані:

Лаурилсульфат натрію ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$): 671,04 кг

Вода (H_2O): 41,94 кг

Ацетон ($\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$): 1235 л

Вихідні дані після фільтрування:

Вода (H_2O): 41,11 кг. (Втрати води, 2%)

Рідка фаза ($\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$): 1210,3 л. (Втрати ацетону, 2%)

Тверда фаза ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$): 671,04 кг + 41,11 кг = 712,15 кг

Фільтраційний етап забезпечує ефективне відокремлення лаурилсульфату натрію та води від залишкового ацетону.

Отриманий продукт можна використовувати в наступних виробничих процесах або для кінцевого застосування.

Основна мета цього етапу відбувається у відокремленні ацетону від продукту нейтралізації для отримання чистого лаурилсульфату.

Матеріальний баланс стадії кристалізації

Втрати на конверсію на стадії кристалізації приймаємо в розмірі 2%.

Вихід лаурилсульфату натрію з врахуванням втрат

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = 671,04 \cdot 0,98 = 657,6 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс стадії промивання

Водно-ацетонову суміш, яка утворилася під час кристалізації, промивають ацетоном в обсязі 800 літрів.

Втрати під час відокремлення кристалів від міжкристалльної рідини на решітках фільтра становлять 25%.

Вихід лаурилсульфату з врахуванням втрат

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = 657,6 \cdot 0,75 = 493,2 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс стадії висушування

Втрати цільової речовини за рахунок виносу з парами ацетону при висушуванні приймаємо рівними до втрат ацетону, 5%.

Вихід кондиційного натрію лаурилсульфату з врахуванням втрат

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}) = 493,2 \cdot 0,95 = 468,54 \text{ кг}$$

Таблиця 2.3

Таблиця зведеного матеріальної технології отримання лаурил сульфату натрію

Стадія сульфатування			
Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Лауриловий спирт	435	Лаурилсульфат	619,78
Хлорсульфонова кислота	270,28	Хлороводень	85,5
Разом	705,28	Разом	705,28
Стадія десорбції			
Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
CH ₃ (CH ₂) ₁₁ OH	435	C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	619,78
HSO ₃ Cl	270,28	Втрати	85,5

Разом	705,28	Разом	705,28
Стадія нейтралізації			
Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Лаурилсульфат	619,78	Натрію лаурилсульфат розч.	671,04
Натрію гідроксид	93,2	Вода	41,94
Ацетон	1300	Ацетон	1235
		Втрати	65
Разом	2012,98	Разом	2012,98
Стадія фільтрування			
Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ Na	671,04	C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ Na	671,04
Ацетон	1235	Ацетон	1210,3
H ₂ O	41,94	H ₂ O	41,11
		Втрати	25,53
Разом	1947,98	Разом	1947,98
Стадія кристалізації			
Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Натрію лаурилсульфат розч.	671,04	Натрію лаурилсульфат крист.	657,6
		Втрати	13,44
Разом	671,04	Разом	671,04
Стадія промивання			
Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Натрію лаурилсульфат крист.	657,6	Натрію лаурилсульфат вологий	493,2
		Міжкристальна рідина	164,4
Ацетон	800	Ацетон	800
Разом	1457,6	Разом	1457,6
Стадія висушування			
Прихід		Витрати	
Маса, кг	Сировина	Маса, кг	Сировина
Натрію лаурилсульфат вологий	493,2	Натрію лаурилсульфат товарний	468,54
		Втрати	24,66
Разом	493,2	Разом	493,2

2.3 Принципово-технологічна схема виробництва

Спосіб одержання лаурил сульфату натрію включає:

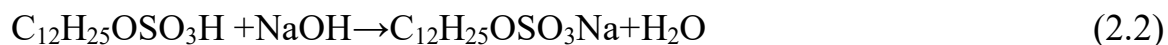
- сульфатування лаурилового спирту хлорсульфоною кислотою згідно реакції:



У спеціальний сульфуратор з емальованим покриттям та системою охолодження, обладнаний швидкохідною пропелерною мішалкою, вводять 435кг. осушеного лаурилового спирту. За допомогою мірника-дозатора з регульованою швидкістю 0,25-0,3 л/хв. надходить хлорсульфонова кислота з вмістом 270,28 л. Процес сульфатування відбувається при температурі 38-45 °С тривалістю 60-70 хв.

Після процесу сульфатування проводиться десорбція хлороводню 7-8% конденсатом хлороводневої кислоти при взаємодії із соляною в умовах 35-40°С. Тиск при цьому поступово знижується до 4,0-4,6 кПа за 15 хвилин.

Для нейтралізації відвакуумованої сульфомаси до досягнення рН=8,5 використовують водноацетоновий розчин NaOH з вмістом 18-24% води при температурі 55-57°С:



Нейтралізацію відвакуумованої сульфомаси проводять в нейтралізаторі, використовуючи водно-ацетоновий розчин їдкого натру (NaOH), при температурі, яка наближає до кипіння ацетону (55-57°С), який попередньо залили через мірник-дозатор. Під час цього процесу лаурилсульфат натрію та нессульфовані компоненти залишаються у розчині, а мінеральні солі, такі як сульфат і хлорид натрію, виділяються у вигляді осаду. Осад відокремлюється у процесі декантації або фільтрації за допомогою вакуумного нутч-фільтра, при цьому температура повинна бути не нижче 45-50°С.;

Згодом, процес декантації плавно перетікає в наступний, не менш важливий етап кристалізації. Кристалізація лаурилсульфату натрію в кристалізаторі відбувається у три етапи при поступовому зниженні температури та постійному перемішуванні: на першому етапі температура знижується зі швидкістю 2-3°/хв. при температурі 20-25°C, на другому етапі – введення при перемішуванні затравки для кристалізації кристалічного лаурилсульфату натрію в кількості 0,15-0,20% від відфільтрованого водно-ацетонового нейтралізату і зниження швидкості охолодження до 0,5-0,7°/хв. На третьому етапі після досягнення температури мінус -4 -7°C проводиться витримка тривалістю 2-3 години. За таких умов відбувається кристалізація лише лаурилсульфату натрію, тоді як усі несольовані речовини залишаються в розчині.

У кристалізаторі процес кристалізації лаурилсульфату починається при перемішуванні зі швидкістю близько 12об./хв. та охолодженні зі швидкістю 2-3°/хв. При досягненні температури 20-25°C водно-ацетоновий розчин стає майже насичений, тому саме в цей момент відбувається «затравка» початку кристалізації - утворення кристалічного лаурилсульфату натрію. Далі температура знижується повільніше зі швидкістю 0,5-0,7°/хв, і за 1 годину досягає -4-7°C. Під час цього процесу водно-ацетоновий розчин утримують у кристалізаторі протягом 2-3 годин при постійному перемішуванні. Як результат, отримують чисті кристали

лаурилсульфату натрію, звільнені від несольованих речовин та мінеральних солей,;

Фільтрація кристалів лаурил сульфату натрію від слідів несольованих речовин слід проводити шляхом фільтрації на вертикальній центрифугі. Після процесу фільтрації на центрифугі кристали лаурилсульфату очищуються ацетоном, щоб видалити залишки несольованих речовин і мінеральних солей. Для цього ацетон повинен мати температуру приблизно 45°C, щоб забезпечити оптимальні умови. Важливо дотримуватися температурного режиму, щоб

кристали залишалися у межах 30-35°C, але не перевищували 40 °С, що сприяє ефективному промиванню;

Передостаннім етапом є висушування кристалів на спіральній сушарці. Проте, маточний розчин, який виділився після сушки з'єднують з промивним ацетоном і регенерують для використання на етапі нейтралізації, тобто цикл вважається замкнутим. Втрати ацетону при таких умовах не перевищують 3-5% (в основному за рахунок окису мезитилу в результаті альдольної конденсації).

В результаті процесу отримують лаурилсульфат натрію, який відповідає основним вимогам згідно з ТУ 6-09-07-1563-86, і навіть у деяких параметрах перевищує ці вимоги.

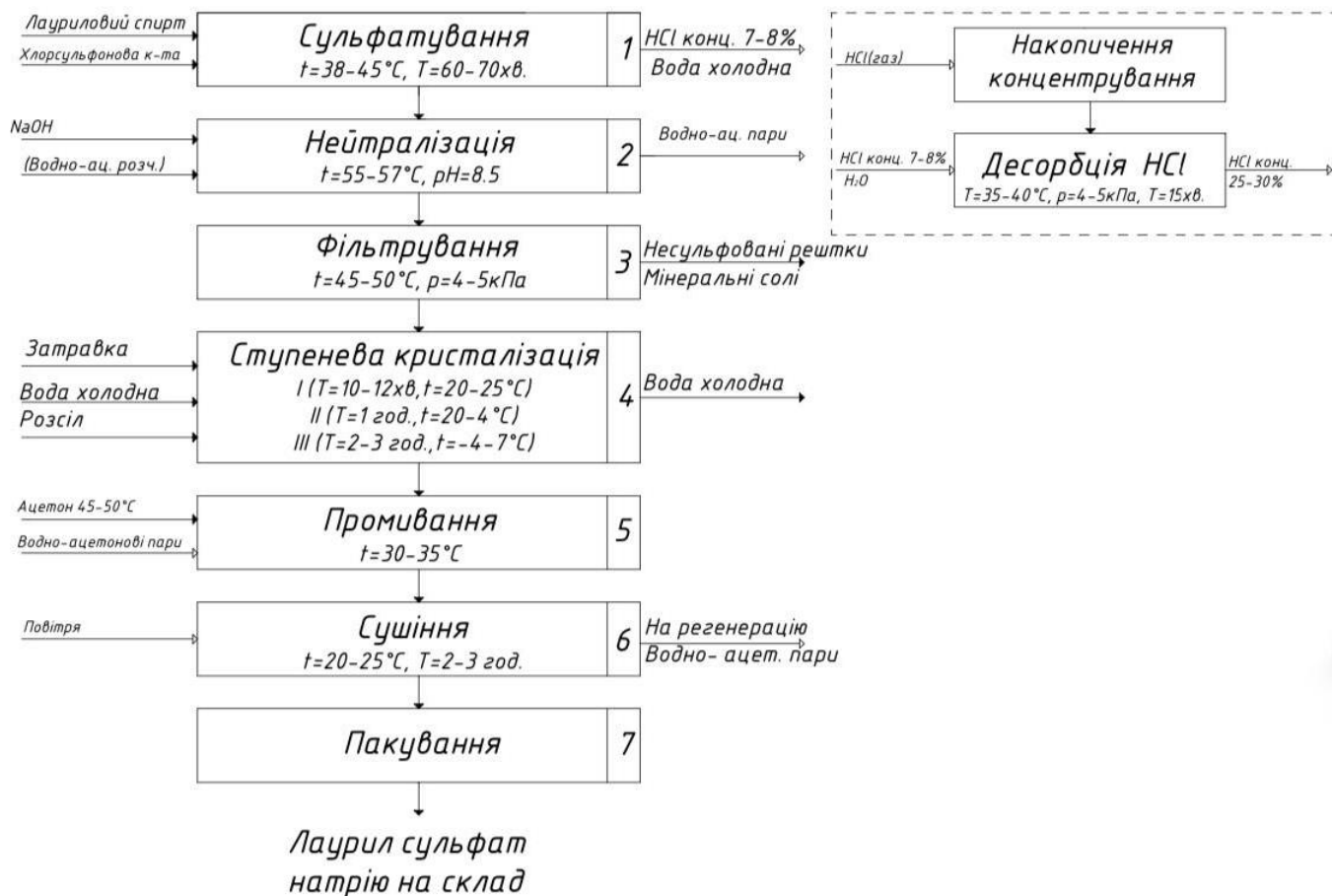


Рис. 2.4. – Принципово-технологічна схема виробництва лаурил сульфату натрію

2.4 Розрахунок та підбір основного обладнання

Для проведення процесу сульфатування використовується емальований сульфуратор (див. рис. 2.5), в якості реактора-змішувача. Основними функціями якого, є премішування нагрівання або охолодження рідких, в'язких або пастоподібних рідин.

Конструкція котла представляє собою ємність з нержавіючої сталі, оснащеної теплоізолюваною пароводяною сорочкою. Дно ємності має конусну форму. ТЕНи, які призначені для нагрівання води в сорочці, розташовані у нижній частині ємності. Якщо є зовнішнє джерело пари, передбачено патрубок для його підведення.

Рівномірність процесу змішування забезпечується знімком рамною мішалка з імпорнтним приводом. Лопаті мішалки забезпечені скребками, що повторюють форму ємності.

Для завантаження передбачений люк у кришці робочої ємності, для завантаження – вентиль, що розташований у конусному дні. У разі потреби у розвантаженні в'язких продуктів або їх дачі на інший рівень змішувач може бути забезпечений насосом для перекачування продукту.



Рис.2.5 – Емальований сульфуратор з охолоджувальною сорочкою та пропелерною мішалкою

Після завершення процесу сульфатування, утворений хлороводень, який виділився в результаті змішування лаурилового спирту і хлорсульфонової кислоти, подається до абсорбера для додаткового концентрування.

У плівкових абсорберах (див. рис.2.6) поверхнею контакту фаз є поверхня рідини, що тече по твердій вертикальній стінці. До цього виду апаратів відносяться: трубчасті абсорбери, абсорбери з плоскопаралельною або листовою насадкою, абсорбери з висхідним рухом плівки рідини. З перерахованих вище абсорберів найбільш поширені трубчасті абсорбери, які за пристроєм аналогічні кожухотрубчастому теплообміннику.

Він складається з корпусу, трубки, гідрозатвору, сегментованих перегородок.

Абсорбція хлороводню у воді супроводжується значним виділенням тепла (утворенням гідратів), що може бути використано для нагрівання кислоти до кипіння. Для отримання більше концентрованої соляної кислоти потрібно відводити тепло, так як розчинність хлороводню у воді з підвищенням температури зменшується. Процес поглинання HCl відбувається в спеціальних абсорберах з відведенням тепла. Якщо тепло відводиться через стінки абсорбера при постійній температурі, це називається ізотермічною абсорбцією, а якщо через випаровування води, це називається адіабатичною абсорбцією.



Рис.2.6 – Абсорбер плівковий (хлороводню)

Відвакуумовану сульфому з сульфуратора подають на нейтралізацію в нейтралізатор, проходячи через проміжний етап дозування відцентровим насосом, який відображено на рис 2.7.



Рис.2.7 –Відцентровий дозуючий насос

Відцентровий насос– це гідродинамічний пристрій, що використовує відцентрову силу для перекачування рідини. Він складається з основних компонентів, таких як корпус, ротор, відцентрове колесо та вал, які спільно створюють потік рідини. Відцентровий насос має звичайну циліндричну або конічну форму корпусу з внутрішнім простором, де розміщується відцентрове колесо та інші компоненти. Корпус насоса може бути виготовлений зі сталі, чавуну або спеціальних полімерних матеріалів.

Він працює за принципом використання відцентрової сили. Рідина потрапляє в відцентрове колесо, яке обертається навколо своєї осі. Дане колесо змушує рідину обертатися разом з ним та відхиляє її від центральної осі руху, що створює тиск і випромінює рідину через вихідний отвір насоса.

Головною метою для виробництва SLS є перекачування рекреаційної суміші. Утворена суміш, після процесу змішування, проходить етап подальшого перекачування і очищення від зайвих домішок.

Надалі відбувається декантація або фільтрація на нутч-фільтрі-вакуумі (див рис. 2.8), частинки сульфат і хлорид натрію випадають в осад.

Стінки у фільтра створюються з особливого скла (боросилікатного), а сам фільтр виготовляється з різних пористих матеріалів. Це може бути: фторопласт, скло, «нержавіюча сталь», фільтраційна тканина. Стандартний нутч завжди

складається з таких елементів: корпуси з так званим несправжнім дном, де закріплена фільтрувальна перегородка.

Основні елементи в складі фільтра зазвичай роблять корозійностійкими. Перелічені деталі та мішалку покривають додатково пластмасою, емаллю. Щяк варіант, можна використовувати гуму. Саме такі особливості й відрізняють нутчі від інших типів фільтрувальних пристроїв.

Є 2 види нутч фільтрів, а саме – відкриті та закриті. Перші працюють під вакуумом, а другі під тиском газів, вакууму.



Рис.2.8 – Нутч-фільтр вакуумний

1. Відкриті нутчі діють, як правило, під вакуумом. За своєю конструкцією - це пристрій прямокутної, іноді циліндричної форми з перегородкою. Виготовляють його із тканини або високопористої кераміки на решітці. Як тільки ємність заповнена, проводиться розрідження за рахунок вакуум-насоса і речовина долає перегородку, де залишається осад, що видаляється вручну.

2. Нутчі закритого типу застосовують при фільтрації рідин, які виділяють шкідливі або легко займисті пари. Він може мати такі складові частини: сорочка, корпус, дно з можливістю переміщення, кришка. Фільтрувальна перегородка знаходиться на опорній ґратці. Прямо над нею знаходиться кільцева перегородка, вона підтримує осад при розвантаженні. Днище такого нутча може не тільки

повертатися, а й опускатися на комфортний кут для прибирання осаду вручну. Для подачі розчину видалення фільтрату є штуцери.

Наступним етапом є кристалізація лаурил сульфат натрію в кристалізаторі, який зображено на рисунку 2.9.

У виробництві одержання лаурил сульфату натрію, кристалізатор є невід'ємною частиною процесу, адже виконує ключову роль виробничої технології. При зниженні температури розчинність лаурилсульфату натрію знижується, що зумовлює випадання його у вигляді кристалів, які згодом піддаються обробці і відправляються на фасування.

Кристалізатори періодичної дії з охолодженням розчину являють собою циліндричні вертикальні апарати з охолоджуючими змійовиками (або сорочками) і механічними мішалками для перемішування розчину. Основна частина апарату обертається від приводу труба, укладена в кожух. Розчин надходить з верхнього кінця труби, а кристали вивантажуються з її нижнього кінця. Охолоджуюча вода, що подається, рухається над розчином протитоком до напрямку руху розчину. При обертанні труби розчин змочує стінки апарату, що збільшує поверхню випаровування.



Рис.2.9 – Кристалізатор

При повітряному охолодженні тепло від розчину віднімається досить повільно, і кристали виходять більшими, ніж при водяному охолодженні, але при цьому знижується продуктивність апарату. Для запобігання утворенню кристалів на стінках барабана його покривають зовні тепловою ізоляцією або поміщають в обігріваний кожух.

Відфільтровують кристали лаурил-сульфату натрію від слідів несольфонованих речовин шляхом фільтрації на центрифугі. (див. рис. 2.10)



Рис.2.10 – Вертикальна центрифуга

Характеристика

1. Завдяки опорній платформі та механізму приводу, встановленому нижче центру тяжіння, забезпечується стабілізація центрифуги. Чотири опори не потребують фундаменту для встановлення.

2. Рідинні амортизатори забезпечує відмінну віброізоляцію, покращують роботу та спрощують технічне обслуговування центрифуги.

3. Пневматичний допоміжний механізм скребка ефективно знижує залишок твердих речовин у барабані і підвищує ефективність використання мішку, що фільтрує, з можливістю відновлення фільтруючої тканини.

4. Система продування інертним газом забезпечує вибухобезпечність центрифуги та спроектована відповідно до вимог, що пред'являються до захисту навколишнього середовища.

6. Велика відкидна кришка корпусу та автоматична система очищення в процесі роботи не допускають перехресного забруднення продукції, сприяють зручному проведенню процедур огляду, ремонту та встановлення мішку центрифуги, що фільтрує.

7. Функції безпеки: набір механічних та електричних блокувань, вібраційний захист, захист від переповнення, захист від перегріву, захист скребка, що рухається, та захист від відкриття кришки, функції попередження та сигналізації для забезпечення безпеки під час роботи обладнання.

8. Внутрішні та зовнішні поверхні йдуть з обробкою поліруванням для забезпечення показника шорсткості Ra0.2-0,4 мкм, відповідають вимогам Діючої належної виробничої практики (CGMP).

Для нейтралізації сульфомаси використовується змішувач-нейтралізатор безперервного типу (див. рис. 2.11) - це пристрій, спеціально розроблений для ефективної нейтралізації та змішування в'язких рідин із нейтралізуючими агентами або розчинниками.



Рис.2.11 – Нейтралізатор-змішувач

Основною метою цього обладнання є забезпечення безпечної обробки в'язких рідин, які містять шкідливі хімічні речовини, шляхом їх нейтралізації та подальшого утилізації або очищення.

Нейтралізатор включає в себе : резервуар, тобто контейнер, який містить в'язку рідину або рідину, що потребує нейтралізації; пропелерний перемішувальний пристрій, який забезпечує змішування рідини та нейтралізуючого агента; систему подачі нейтралізуючого агенту, яка постачає нейтралізуючий розчин або агент у резервуар для реакції з в'язкою рідиною, а також систему контролю і регулювання та систему охолодження або нагрівання.

Таблиця 2.4

Підбір технологічного обладнання та технічні параметри

Назва	Призначення	Характеристика
Реактор для сульфатування	Змішування лаурил спирту з сульфатними кислотами (хлорсульфонова кислота) для створення сульфатованого продукту	Циліндричної форми, загальний об'єм ємності – 1230 дм ³ , виготовлені з нержавіючої сталі, швидкості обертання мішалки - 50 об/хв, наявність сорочки нагріву, габаритні розміри м, (ДхШХВ) – 1,3×2,75
Відцентровий насос	Дозуючим насосом відвакуумовану сульфомасу з	Продуктивність відцентрового насосу може складати 1000 літрів на хвилину (л/хв).

	сульфуратора подають на нейтралізацію в нейтралізатор	Тиск – 1000 кПа (паскаль).
Абсорбер	Після сульфатування, хлороводень (HCl), який виділяється, надходить в абсорбер, де відбувається концентрування хлороводню	Має низький гідравлічний опір, висока рушійна сила завдяки структурі потоків, є можливість відведення теплоти. Продуктивність газу: 200-300 м ³ /год, ширина/довжина -1,5 дм ³
Нейтралізатор	Додавання розчину натрію гідроксиду та ацетону до сульфатованого продукту для нейтралізації	Система автоматичного дозування щелочі з регульованим потоком 10 м ³ /год. Розмір: довжина 2 м, ширина 1,5 м, висота 3,3 м.
Кристалізатор	Для утворення кристалів лаурил сульфат натрію	Нержавіючий, сталевий з продуктивність за 10 год не менше 4м ³ , Витрата води складає 5-6 м ³ за годину часу, об'єм кристалізатора – 5000дм ³ , видкість обертання мішалки – 8 об/хв

Центрифуга вертикальна	Відділення кристалів від маточного розчину та ацетону	Фільтраційна система з продуктивністю 800- 1200 л/год, Габарити (ДхШхВ) (мм) 2900×2100×2700, макс. частота обертання 850об/хв, відцентрова сила - 600, потужність двигуна – 35-40 кВт,
Стрічкова сушарка	Пристрій для висушування кристалів лаурил сульфату натрію перед його упакування і відправленням	Нержавіюча сталь або інші стійкі до корозії матеріали , Тиск пари (МПа) - 0.2-0.8, габаритні розміри - 9.56x1.9x2.4, площа стрічки 20 м ²
Конвеєр для фасування	Фасування готового продукту в контейнери або упаковки	Автоматична лінія фасування зі швидкістю 150 упаковок/хв, обладнана вакуумними упаковувальними машинами розміром 2 м х 1 м х 1,5 м.

Діаметр $D = 1,2$ м; висота корпусу $H = 2,4$ (з кришкою) м; кількість обертів мішалки $\omega = 60$ об/хв; відстань між мішалкою та стінкою апарата $\delta = 0,04$ м; швидкість обертання мішалки $\omega = 30$ об/хв. Густина $\rho = 858$ кг/м³, динамічна в'язкість : $\mu = 0,05$ Н · с/м²

Об'єм визначає за такою формулою:

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 2,4 = 2,7 \text{ м}^3 \quad (2.3)$$

За наявних даних висота рідини в ємності:

$$H_p = 0,75 \times H = 0,75 \times 2400 = 1800 \text{ мм} \quad (2.4)$$

Об'єм робочий, $V_{\text{роб}}$:

$$V_{\text{роб}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 1,8 = 2,034 \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

Діаметр робочого органу:

$$d = D - 2 \delta = 1200 - 2 \times 40 = 1120 \text{ мм} \quad (2.6)$$

Ширина лопаті:

$$b = 0,07 d = 0,07 \times 1120 = 78,4 \text{ мм} \quad (2.7)$$

Радіуси еліпсного елемента лопаті у напрямку малої півосі:

$$R_m = h_d - \delta = 320 - 40 = 280 \text{ мм} \quad (2.8)$$

$$r_m = R_m - b = 280 - 78,4 = 201,6 \text{ мм} \quad (2.9)$$

Висота прямокутного елемента мішалки:

$$hl = h - R_m = 2400 - 280 = 2120 \text{ мм} \quad (2.10)$$

Радіус мішалки:

$$R_l = d/2 = 1120/2 = 560 \text{ мм} \quad (2.11)$$

$$r_l = R_l - b = 560 - 78,4 = 481,6 \text{ мм} \quad (2.12)$$

Кутова швидкість обертання лопаті:

$$\omega = \frac{\pi \times n}{30} = \frac{3,14 \times 55}{30} = 5,77 \text{ 1/с.} \quad (2.13)$$

Рівняння для обчислення критерію потужності K_n в різних типах мішалок, мають наступне значення. $Re_e = 102 \div 3 \times 105$:

$$K_N = C \times Re_B^{0,77} \left(\frac{h}{d} \right), \quad (2.14)$$

де $C = 8,1$ - для мішалки без горизонтальних лопатей

$C = 10,5$ - з однією горизонтальною лопаттю;

$C = 12,4$ - з двома лопатями.

Відцентровий критерій Рейнольдса.

$$Re = \frac{n \times d^2 \times \rho}{\mu} \quad (2.15)$$

n - частота обертання робочого органу

ρ – густина середовища, кг/м³

μ – в'язкість перемішувального середовища, Н·с/м²

$$Re = \frac{1 \times 1,12^2 \times 858}{0,05} = 21\,525,5 \quad (2.16)$$

В такому випадку критерій потужності K_n дорівнює:

$$K_N = 12,4 \times 21\,525,5^{0,77} \times \left(\frac{2,4}{1,12}\right) = 57\,648,6 \quad (2.17)$$

Потужність перемішування:

$$N = K_N \mu n^2 d^3 = 57648,6 \times 0,05 \times 0,75^2 \times 1,12^3 = 2,2 \text{ кВт} \quad (2.18)$$

Потужність що витрачається в сальнику:

$$N_c = 9,84 \times (P + 1,32 \cdot 10^5) \times \varphi \times l \times d_b^2, \quad (2.19)$$

Де φ – коефіцієнт тертя (0,4);

$$l = 4 \cdot d_b = 4 \cdot 0,05 = 0,2 \text{ м} - \text{довжина набивки сальника} \quad (2.20)$$

$$N_c = 9,64 \times (3,74 + 1,32 \times 10^5) \times 0,4 \times 0,2 \times 0,05^2 = 509 \text{ Вт.} \quad (2.21)$$

Визначимо потужність електродвигуна приводу:

$$N_{ед} = \frac{k_1 \times N \times N_c}{n}, \text{ де} \quad (2.22)$$

$$k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{4}{3,2} = 1,25; \quad (2.23)$$

$$N_{ед} = \frac{1,25 \times 2,03 \times 0,5}{0,85} = 1,49 \text{ кВт} \quad (2.24)$$

Сила опору середовища, яка впливає на прямокутний елемент лопаті, розраховується за формулою:

$$P_i = \frac{N h_i (R_i^3 - r_i^3)}{3 z_1 \omega A} = \frac{3,4 \times 2,1 (0,620^3 - 0,562^3)}{3 \times 2 \times 5,77 \times 0,08} = 159,2 \text{ Н} \quad (2.25)$$

де N - потужність, Вт, що затрачується на перемішування, обчислюється з рівняння;

ω - кутова швидкість обертання робочого органа, 1/с; α - кут нахилу лопаті до горизонталі;

z_l - кількість лопатей.

При визначенні коефіцієнтів В і А приймається:

h_i - висота елемента лопаті, м;

R_i, r_i - зовнішній і внутрішній радіуси елемента, м;

R_δ, r_δ - зовнішній і внутрішній радіуси еліпсного елемента лопаті у напрямку більшої півосі еліпса, м.

Відстань від осі обертання робочого органа до точки, в яку прикладана сили опору P_i : для прямокутного елемента лопаті мішалки:

$$x_i = \frac{3}{4} \times \frac{R_i^4 - r_i^4}{R_i^3 - r_i^3} = \frac{3}{4} \times \frac{0,620^4 - 0,562^4}{0,620^3 - 0,562^3} \quad (2.26)$$

Беремо відстань між стінкою і лопастями апарата $\delta = 40$ мм. Розраховуємо діаметр робочого органу мішалки, мм;

$$d_M = D - 2 \cdot \delta = 1200 - 2 \cdot 40 = 1120 \text{ мм}; \quad (2.27)$$

Визначаємо висоту мішалки:

$$h_M = 0,6 \cdot H = 0,6 \cdot 2400 = 1440 \text{ мм}. \quad (2.28)$$

Частота обертання вала мішалки:

$$n = \frac{W}{\pi \times d} = \frac{4}{3,14 \cdot 1,32} = 0,96 \frac{\text{об}}{\text{с}}. \quad (2.29)$$

Значення критерію Рейнольдса:

$$Re_e = \frac{n \times d^2 \times \rho}{\mu} = \frac{0,96 \cdot 1,12^2 \cdot 858}{0,05} = 21\,525,5 \quad (2.30)$$

Для рамної мішалки з горизонтальними лопатями визначається критерій потужності :

$$K_N = 10,5 \cdot Re_e^{0,77} \cdot \left(\frac{h}{d}\right) = 10,5 \cdot 21\,525,5^{0,77} \cdot \left(\frac{1,44}{1,12}\right) = 29\,289,2 \quad (2.31)$$

Потужність, яка витрачається на перемішування обраховується за формулою:

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d_M^3 = 29\,289,2 \cdot 0,05 \cdot 0,96^2 \cdot 1,12^3 = 1,89 \text{ кВт}. \quad (2.32)$$

де: N — потужність мішалки, Вт;

K_N — критерій потужності;

μ — в'язкість рідини, кг/м³;

n — число обертів мішалки, с⁻¹;

d_M — діаметр мішалки, м.

Потужність, що витрачається сальнику:

$$N_c = 9,84(P + 0,98 \cdot 10^5) \cdot f \cdot l \cdot n \cdot d_B^2 = 9,78(3,74 + 0,92 \cdot 10^5) \cdot 0,2 \cdot 0,96 \times \\ \times 0,05^2 = 431 \text{ Вт}, \quad (2.33)$$

де $f = 0,2$ — коефіцієнт тертя,

$l = 4d_B = 4 \cdot 0,02 = 0,08$ м — довжина набивки сальника.

Потужність електродвигуна приводу визначається таким чином:

$$N = \frac{k_1 \times N + N_c}{\eta} = \frac{0,92 \cdot 1,89 \cdot 0,43}{0,8} = 0,9 \text{ кВт} \quad (2.34)$$

$$\text{Де } k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{0,75H}{D} = \frac{1600 \cdot 0,75}{1300} = 0,92 \quad (2.35)$$

Продуктивність нейтралізатора визначається за формулою:

$$P = \frac{V_{\text{роб}}}{1} = \frac{2,034 \cdot 1000}{1} = 2034 \text{ кг/год} \quad (2.36)$$

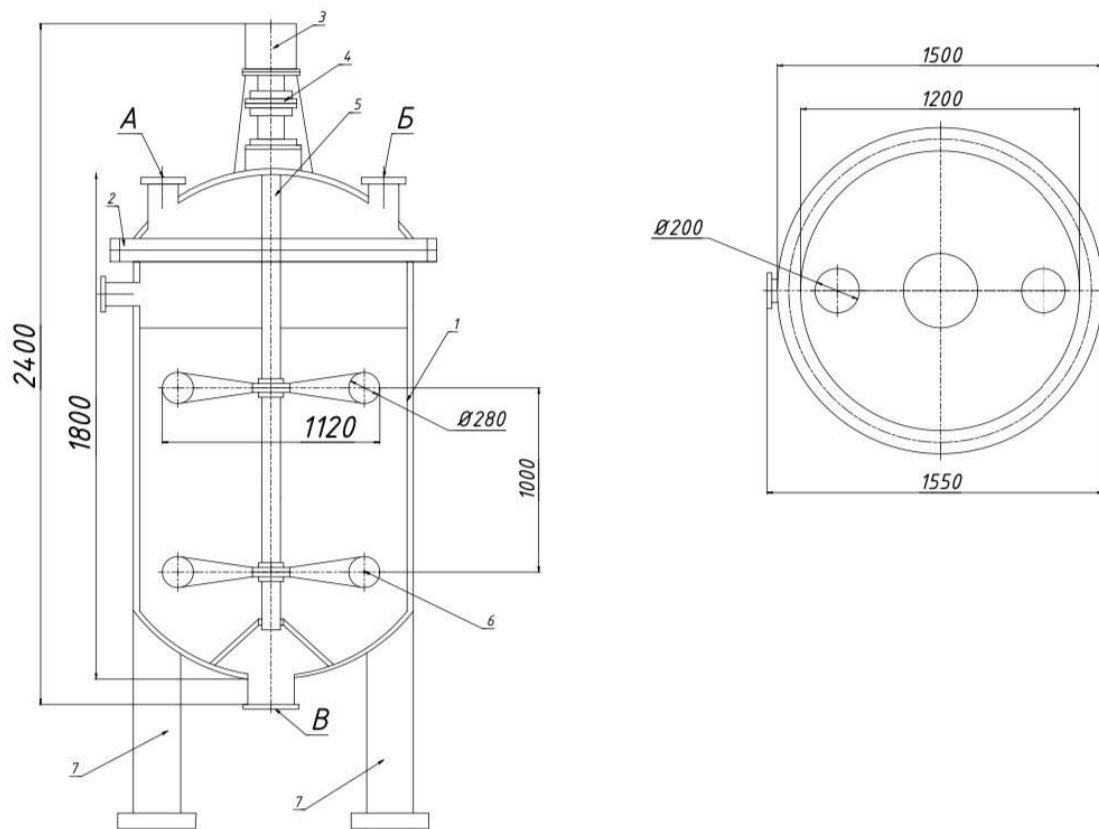


Рис.2.12 – Нейтралізатор-змішувач (схема апарату)

1 – корпус, 2 – кришка, 3 – електродвигун (4), 4 – муфта, 5 – вал, 6 – пропелерний перемішувач, 7 – опора (4).

2.5 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва лаурил сульфату натрію

Процес отримання лаурилсульфату натрію полягає у сульфатуванні лаурилового спирту за допомогою хлорсульфонової кислоти. В емальованому сульфураторі *1*, обладнаному швидкообертовою пропелерною мішалкою, завантажують 435 кг. осушеного лаурилового спирту з мірника-дозатора *2*. Хлорсульфорова кислота подається з мірника-дозатора *3* в об'ємі 270,28 зі швидкістю 0,25-0,3 л/хв. Під час цього процесу виділяється хлороводень (7-8%), який виходить через патрубок у вигляді газу і безпосередньо надходить до

абсорбера 5. Там його поглинає розведена соляна кислота, що призводить до підвищення концентрації HCl до 25-30%. Після чого з патрубку відводять дану концентрацію і відправляють на фасування для подальшого використання.

Через дозуючий насос 4 із сульфуратора 1 подається сульфомаса зі швидкістю 0,8 л/хв у нейтралізатор 9 для досягнення рН=8,5. Нейтралізатор 9 попередньо наповнили 93, 2 літрами водного розчину їдкого натрію (NaOH) з мірника-дозатора 8 щільністю 1,25 г/л і 1300 літрами ацетону з мірника-дозатора 7. Особливість теплового режиму полягає у проведенні нейтралізації при температурі, близькій до температури кипіння ацетону, а саме при 55-57°C. Цю температуру підтримують завдяки відсутності охолоджуючих елементів на нейтралізаторі, через віддачу тепла під час екзотермічного процесу. Процес проводять з обов'язковим перемішуванням сульфомаси мішалкою для поліпшення гомогенізації нейтралізату. За таких умов осад відсутній, а в розчині лише сульфати та хлориди натрію.

Гарячий водно-ацетоновий розчин, який містить нейтралізовані солі сульфату і хлориду натрію, проціджують через фільтр 11, контролюючи, аби температура не опускалася нижче 45-50°C.

Кристалізацію лаурилсульфату натрію проводять у кристалізаторі 13. Для отримання хімічно чистих кристалів, вільних від несольованих речовин та мінеральних солей, процес розділяють на три етапи. На першому етапі, при перемішуванні зі швидкістю 12 об/хв, відбувається охолодження відфільтрованого нейтралізату при температурі охолодженою водою і розсолем 8-10°C (в рубашці). При швидкості охолодження 2-3 °/хв, ця фаза триває близько 10-12 хвилин. На другому етапі, коли температура поступово перетікає з 20-25°C до нижчої, і водно-ацетоновий розчин на стадії високої насиченості, вводять заправку кристалізації – 300 г кристалічного лаурилсульфату натрію. Швидкість охолодження знижують до 0,5-0,7°C/хв. Кристалізація на цьому етапі триває близько години. Третій етап – 2-3 години витримки при температурі -4-7°C. Усі

три стадії кристалізації супроводжують постійним перемішуванням для запобігання утворенню суцільної твердої маси (конгломерату) замість рухомої пульпи.

У центрифугі **15** водно-ацетонову суміш, що утворилася внаслідок кристалізації з кількістю кристалів лаурил сульфату натрію, промивають ацетоном у обсязі 800 літрів. Для забезпечення потрібної температури промивки в межах 30-35°C, а температура ацетону, що поступає, повинна бути близькою до 45°C.

Промиті кристали піддають сушці в стрічковій сушарці **18** через транспортер **17**. Ацетон, який виділився на етапі сушіння у вигляді конденсату з кристалів, з'єднують разом із промивним розчином ацетону в мірнику-дозаторі **16**. Регенерацію ацетону виконують періодично (один раз на 15 циклів), закриваючи цикл. Під час цього процесу втрати ацетону становлять трохи більше 3-5%. На заключному етапі, осушенні кристали за допомогою транспортера **19**, переносять до пакувальної машини **20**, звідти вивозять на склад. Вихід кондиційного натрію лаурилсульфату складає 493,2 кг.

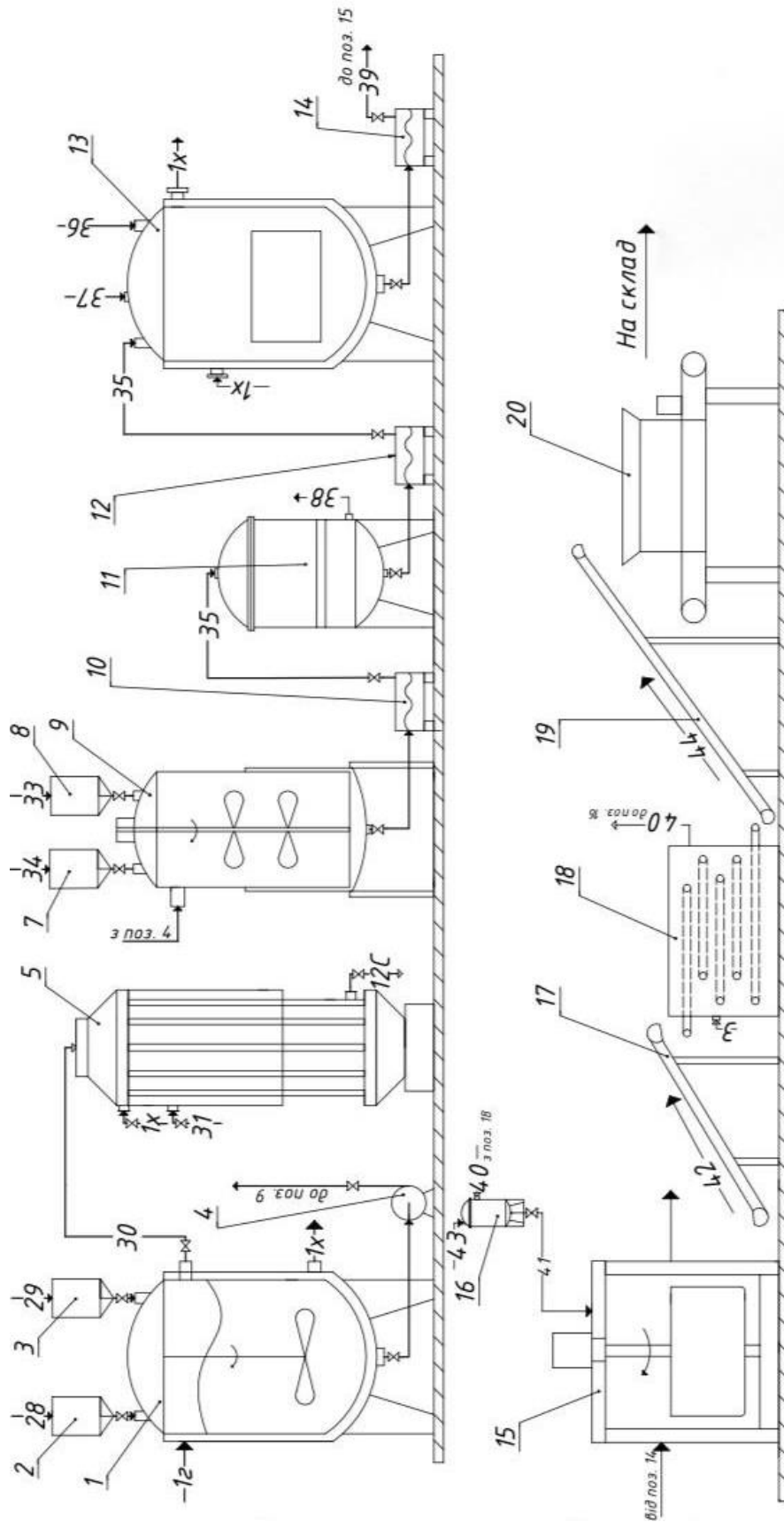


Рис 2.13 – Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва SLS

РОЗДІЛ III ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Для дотримання встановлених стандартів якості на підприємстві ефективно функціонує система GMP, яка охоплює контроль якості на всіх етапах виробництва та управління ризиками. Кожен рівень цієї системи забезпечений кваліфікованим персоналом, спеціалізованими приміщеннями, сучасним обладнанням та технічними засобами. Додатково, на підприємстві проведеться валідація технологічних процесів, кваліфікація приміщень і обладнання, а також валідація аналітичних та мікробіологічних методик.

Контроль якості (*quality control*) – є складовою частиною належної виробничої практики, яка охоплює відбір проб, визначення специфікацій і проведення випробувань. Він включає процедури, пов'язані з організацією, документуванням, наданням дозволу на випуск серії лікарських засобів, а також відповідну розробку та підтримку системи забезпечення якості у виробництві косметики та продуктів з подібними гігієнічними вимогами.

Поверхнево-активні речовини (ПАР), що входять до складу мийних засобів, стають небезпечними, якщо їх рівень біологічного розкладання перевищує норму. В Україні тому запроваджено обов'язкову оцінку відповідності (сертифікацію) деяких видів мийних засобів та ПАР, щоб вони відповідали вимогам Технічного регламенту мийних засобів, гармонізованого з європейським законодавством.

З точки зору технічного регулювання, мийні засоби поділяються на ті, що потребують оцінки відповідності (отримання сертифіката відповідності) та ті, що не потребують.

В Україні обов'язковій оцінці відповідності (сертифікації) підлягають мийні засоби, які використовуються для:

1. прання або очищення споживачем;

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Біла Г.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Іванюк С.В.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ III КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.060.КП.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 15.04.2024	Мова ua	Аркуш 60/91

2. замочування, полоскання, підкромалювання та інших подібних операцій з текстильними виробами;

3. очищення різних поверхонь, матеріалів, виробів;

4. використання при пранні та очищенні.

Інші види мийних засобів, такі як тверде мило або косметичні засоби, не потребують обов'язкової сертифікації.

1. Контроль якості на виробництві мийних засобів

Контроль якості передбачає здійснення моніторингу та тестування виробничого процесу для забезпечення відповідності кінцевого продукту встановленим стандартам. На підприємстві з виробництва мийних засобів цей процес є надзвичайно важливим для гарантії безпеки використання, ефективності очищення та відповідності необхідним специфікаціям. Контроль якості на виробництві мийних засобів включає наступні етапи:

1. Перевірка сировини

Перший етап контролю якості включає перевірку сировини, що використовується у виробничому процесі. Необхідно оцінити якість сировини, такої як поверхнево-активні речовини, будівельні добавки та наповнювачі, щоб переконатися у відповідності їх необхідним стандартам. Це є важливим для забезпечення безпеки кінцевого продукту та відповідності його бажаним характеристикам.

2. Контроль процесу

Виробництво піноутворюючих засобів включає кілька ключових етапів, таких як змішування, сушіння та пакування. Контроль якості забезпечує ретельний моніторинг кожного з цих етапів, гарантуючи, що кінцевий продукт відповідає встановленим стандартам. Здійснюється контроль критичних параметрів процесу, таких як температура, тиск і швидкість змішування, щоб упевнитися, що вони залишаються в межах заданих значень.

3. Тестування продукту

Випробування продукту є критично важливим етапом контролю якості під час виробництва миючих порошків. Кінцевий продукт перевіряється, щоб упевнитися, що він відповідає необхідним специфікаціям, таким як рівень рН, висота піни та ефективність очищення. Це забезпечує безпеку використання продукту та його відповідність бажаним стандартам якості.

4. Перевірка упаковки

Завершальним етапом процесу контролю якості є перевірка упаковки очищувального засобу. Це необхідно для того, щоб переконатися, що упаковка залишилася неушкодженою, і продукт не зазнав забруднення під час транспортування та зберігання.

2. *Прийоми та методи, що використовують у контролі якості*

На виробництві детергентів використовуються різні техніки і методи контролю якості, спрямовані на забезпечення відповідності кінцевого продукту необхідним стандартам якості. Деякі з цих методів включають:

1. Відбір проб та аналізу

На виробництві миючих засобів важливо проводити відбір проб і аналізи як компонент контролю якості. Цей процес включає збір зразків сировини і готової продукції з виробничої лінії та їх подальший аналіз в лабораторії для перевірки відповідності необхідним специфікаціям:

a. **Відбір проб.** На виробництві збирають зразки з різних точок виробничої лінії, щоб переконатися, що вони адекватно представляють всі партії. Зразки маркуються і фіксується їх місце розташування для забезпечення можливості відстеження.

b. **Аналіз.** В лабораторії проводиться аналіз зразків для визначення їх фізико-хімічних характеристик. Аналіз може охоплювати вимірювання рН, висоти піни, ефективності очищення та інших параметрів відповідно до встановлених вимог.

c. **Звітність.** Отримані результати аналізу фіксуються і передаються виробничій групі. У випадку виходу результатів за межі встановлених

специфікацій, проводяться відповідні корекційні заходи для забезпечення відповідності кінцевого продукту необхідним стандартам якості.

3. Статистичний контроль процесу (SPC)

Статистичний контроль процесу (SPC) – це метод, що використовується для нагляду та управління виробничим процесом. SPC моніторить критичні параметри процесу, такі як температура, тиск і швидкість змішування, з метою переконання, що вони знаходяться в межах бажаних значень. Головна мета SPC полягає в зниженні варіативності у виробничому процесі, що сприятиме отриманню більш стійкого кінцевого продукту. Процес SPC включає наступні кроки:

a. Визначення параметрів процесу. Визначено критичні параметри процесу та визначено їх допустиму функцію.

b. Збір даних. З виробничої лінії через регулярні проміжки збираються дані для моніторингу параметрів процесу.

c. Аналіз даних. Дані аналізуються, щоб параметри процесу були знайдені в прийнятій функції.

d. Вжиття коригувальних дій. Якщо значення параметрів процесу виявлено поза припустимим діапазоном, застосовуються заходи коригування для їх повернення у встановлений параметр.

e. Постійне вдосконалення. Процес статистичного контролю процесу (SPC) є неперервним; дані збираються та аналізуються для ідентифікації сфер, які потребують вдосконалення.

4. Шість сигм

Шість сигм (англ. Six Sigma) – це методологія контролю якості, спрямована на зниження кількості дефектів і варіабельності у виробничому процесі. Цей підхід дозволяє вимірювати якість процесу та виявляти області, які потребують поліпшення.

a. Визначення проблеми. Визначається проблема та її вплив на кінцевий продукт.

b. Вимірювання процесу. Процес вимірюється, щоб застосувати його поточний рівень якості.

c. Аналіз даних. Даніуються аналіз, щоб визначити першопричину проблеми.

d. Впровадження рішень. Рішення починаються та впроваджуються для усунення першопричини проблеми.

e. Моніторинг процесу. Процес контролюється, щоб гарантувати ефективність рішень.

f. Стандартизація процесу. Коли прийняті рішення стають успішними, процес стандартизується для того, щоб запобігти повторному виникненню проблеми.

5. Повне управління якістю (TQM)

Загальне управління якістю (TQM) – це стратегія управління, спрямована на підвищення якості виробництва та послуг, які надає організація. TQM сприяє постійному вдосконаленню виробничих процесів та впровадженню заходів контролю якості. Процес TQM включає наступні етапи:

a. Орієнтованість на клієнта. Визначаються потреби та очікування клієнта, а виробничий процес розроблений відповідно до цих потреб.

b. Постійне вдосконалення. Виробничий процес постійно вдосконалюється, щоб задовольнити мінливі потреби клієнтів і зменшити кількість дефектів і мінливості.

c. Залучення працівників. Співробітники залучені до процесу контролю якості та навчені виявляти та вирішувати проблеми.

d. Гарантія якості. Заходи із забезпечення якості впроваджуються для того, щоб кінцевий продукт відповідав необхідним стандартам якості.

e. Управління постачальником. Постачальники забезпечують постачання високоякісної сировини та інших ресурсів.

f. Аналіз даних. Дані збираються та аналізуються, щоб застосувати сферу, яку необхідно вдосконалити у виробничому процесі. [22]

Оцінка відповідності миючих засобів

Виробник миючих засобів зобов'язаний проводити тестування на біологічний розклад ПАВ, які входять до складу продукту, а також випробування на вміст фосфатів та інших фосфорних сполук. Результати цих випробувань повинні зберігатися разом з технічним описом інгредієнтів, складеним за затвердженою формою.

Оцінка відповідності миючого засобу може проводитися за допомогою таких модулів:

1. модуль А1, який передбачає внутрішній контроль виробництва з випробуваннями продукції під наглядом;
2. модуль F1, який включає оцінку відповідності на основі перевірки продукції.

За результатами проведення оцінки відповідності виробник чи його представник:

1. складає декларацію відповідності;
2. наносить знак відповідності на упаковку, етикетку чи супровідні документи;
3. формує комплект необхідної технічної документації.

Маркування миючих засобів розробляється та наноситься відповідно до правил, наведених у Технічному регламенті.

РОЗДІЛ IV ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Розрахунок вартості сировини й матеріалів на виробництво 1 т продукту лаурил сульфат натрію здійснюється за формулою 4.1:

$$V_M = N_i * C_i \quad (4.1)$$

де N_i - норма витрат і-го компонента на 1 т. продукту (кг/т);

C_i - вартість 1 т і-ї сировини або матеріалу (грн/т);

Розрахунок вартості сировини й матеріалів на 1 т. продукту зазначено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Вартість сировини й матеріалів на 1000 кг продукту

Найменування сировини та матеріалів	Норма витрати, т/т	Ціна, грн/т	Вартість, грн/т
Лауриловий спирт	3, 100	124 000	384 400
Сірчана Кислота	1,790	9 000	16 110
Натрій Гідроксид	1, 610	148 000	238 280
Вода	2, 800	740	2 738
Мішки, шт	20	10	200
Всього			641 728

Додатково потрібно врахувати транспортні витрати, тому кінцевий розрахунок усіх ресурсів на виробництво 1 т. продукту лаурил сульфат натрію за формулою:

$$S_M = \sum (V_M) * K_{тр} \quad (4.2)$$

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Біла Г.М	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Іванюк С.В.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ IV ЕКОНОМІКА	ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.066.КП.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.	ВИРОБНИЦТВА	Інд. змін.	Дата видання 15.04.2024	Мова ua	Аркуш 66/91

де, $K_{тр}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати, (приймається рівним 1,05-1,15)

$$S_m = 641\,728 * 1,10 = 705\,900,8 \text{ грн}$$

Виробнича собівартість тонни продукції визначається на основі розрахованої вартості сировини (S_m) та частки, яку ця стаття складає (матеріальні витрати) (a_m). Розрахунок виконують за формулою 4.3.

$$S = S_m * 100/a_m \quad (4.3)$$

$$S = 705\,900,8 * 100/68 = 1\,038\,089,41 \text{ грн}$$

Розраховується величина витрат по кожній статті калькуляції проектного продукту із прийнятою структурою й собівартістю продукту за формулою 4.4.

$$S_j = S * a_j/100 \quad (4.4)$$

Структура виробничих витрат на підприємстві та калькуляція собівартості за статтями наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Калькуляція собівартості 1 т лаурил сульфату натрію

Стаття калькуляції	Втрати	
	Питома вага, %	Величина, грн/т
Сировина і матеріали	68	705 900,80
Допоміжні матеріали	3,5	36 333,13
Енергія	16	166 094,3
Заробітна плата	5,5	57 094,92
Витрати на утримання обладнання	5	51 904,48
Інші виробничі витрати	0,57	5 917,11
Загальновиробничі витрати	0,74	7 681,86

Продовження таблиці 4.2

Загальногосподарські витрати	0,4	4 152,36
Витрати на збут	0,29	3 010,46
Повна собівартість	100	1 038 089,41

Ринкова ціна 1 т продукту розраховується за формулою 4.5.

$$Ц = S * (1 + R/100) * 1,2 \quad (4.5)$$

де, R- задає рівень рентабельності до собівартості, % (15%-30%); 1,2 - коефіцієнт, що враховує ПДВ, рівний 20% від ціни виробника.

$$Ц = 1\,038\,089,41 * 1,2 * 1,2 = 1\,494\,848,75 \text{ грн.}$$

Згідно проведених розрахунків, собівартість виробництва 1000 кг. лаурил сульфату натрію становить 1 038 089,41 грн, а ціна на продаж 1 т. продукції становить 1 494 848,75 грн.

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві одержання лаурил сульфату натрію

Поверхнево-активні речовини (ПАР, сурфактанти, детергенти) – це органічна сполука та/або препарат, який використовується в мийних засобах, має властивості, що знижують поверхневий натяг води. Вона складається з однієї або більше гідрофільних груп та однієї або більше гідрофобних груп, які завдяки своїм розмірам та характеристикам можуть утворювати мономолекулярні шари, що розтікаються або адсорбуються на межі між водою і повітрям, мають здатність формувати емульсії, мікроемульсії та/або міцели, а також адсорбуватися на межі між водою і твердими поверхнями.

ПАР речовини у більшості країн світу і до сьогодні є одними із найважливіших інгредієнтів, що використовуються для виробництва мийних засобів, незважаючи на велику кількість досліджень, метою яких є розроблення альтернативних рецептур. Водночас вони є одними з найпоширеніших забруднювачів поверхневих і підземних джерел водопостачання.

Охорона водних ресурсів від забруднення, зокрема від синтетичних піноутворювачів, є однією з найважливіших проблем у всіх розвинених країнах. Це пов'язано з тим, що збільшення забруднення водою відбувається одночасно з ростом потреби в чистій воді для населення, промисловості та сільського господарства. Щорічно синтезуються не лише нові поверхнево-активні агенти, але й цілі групи та класи сполук, які широко застосовуються в різних галузях національної економіки, проте їх біохімічні властивості ще недостатньо вивчені. Також немає чітких прогнозів та даних про потенційну небезпеку фосфоровмісних ПАР для людей і навколишнього середовища, відсутні гігієнічні нормативи щодо цих сполук у водних об'єктах.

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Біла Г.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Іванюк С.В.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ V ОХОРОНА ПРАЦІ	ННІХТ.ХТ-4-14.024.161.069.КП.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 15.04.2024	Мова ua	Аркуш 69/91

Це ускладнює прогнозування можливих негативних впливів компонентів на гідросферу та здоров'я населення.

Низька ефективність сучасних водоочисних споруд у видаленні ПАР призводить до їхньої присутності у питній воді.

Біологічне значення зволожуючих агентів як фактору забруднення гідросфери значною мірою визначається їх фізичними властивостями: здатністю знижувати поверхневий натяг, високою піноутворювальною здатністю, емульгуванням та стабілізацією інших забруднювальних речовин у воді. Ці детергенти не лише погіршують якість води, але й підсилюють дію багатьох інших речовин, включаючи інгредієнти стічних вод. У певних концентраціях вони сприяють інтенсивному розвитку мікрофлори, зокрема сапрофітної.

Щодо шкідливого впливу поверхнево-активних речовин на навколишнє середовище, зумовленого їх функціональними властивостями, слід зазначити, що зниження поверхневого натягу при потраплянні продуктів у водойми призводить до зменшення концентрації вуглекислого газу та кисню у воді. ПАР разом із жирами, нафтопродуктами та маслами утворюють на поверхні води плівку, яка перешкоджає газообміну між водою та атмосферою, що додатково знижує рівень кисню у воді. Крім того, вони адсорбуються на поверхні частинок піску, глини та ґрунту, що значно уповільнює їх біологічний розклад. Побічним ефектом такої адсорбції є одночасна десорбція іонів важких металів, які були адсорбовані цими частинками, у водне середовище.

Введення в обіг мийних засобів та поверхнево-активних речовин можливе лише за умови, що вони не становлять загрози для навколишнього середовища і відповідають таким вимогам:

- рівень біологічного розкладу поверхнево-активних речовин;
- правильне маркування мийних засобів

- надання інформації на запит відповідних органів виконавчої влади, визначених законодавством;

- обмеження щодо вмісту фосфатів та інших фосфорвмісних сполук у мийних засобах.

Основним наслідком підвищення концентрації фосфатів у поверхневих водах є евтрофікація водойм – неконтрольований розвиток синьо-зелених водоростей, який викликає "цвітіння" води. Стратегію зниження вмісту фосфатів у мийних засобах або створення безфосфатних форм реалізують усі провідні країни світу. На сьогодні в таких країнах, як Німеччина, Австрія, Швейцарія, Норвегія, Нідерланди, споживачі користуються мийними засобами без фосфатів. У деяких країнах безфосфатні мийні засоби займають значну частину ринку: у Бельгії – 80%, Данії – 54%, Фінляндії – 40%, Швеції – 40%, Франції – 30%. У США третина штатів запровадила закони, що забороняють використання мийних засобів, які містять фосфати. Протягом останніх 15 років Японія припинила використання мийних засобів із фосфатами, аналогічна ситуація спостерігається в Республіці Корея, Таїланді, та багатьох інших країнах. Така стратегія знижує навантаження на муніципальні очисні споруди, особливо на блок очищення побутових стоків від фосфатів (який, на жаль, відсутній на очисних спорудах в Україні), забезпечуючи максимальне очищення води. [19]

Мийні засоби не є єдиним і найзначнішим джерелом забруднення побутових стоків фосфатами. Вагомий внесок у забруднення стічних і поверхневих вод фосфатами роблять фекальні стоки та змив мінеральних добрив із сільськогосподарських угідь. Усунути ці види забруднень фосфатами у гідросфері складно. Хоча існують деякі технологічні рішення для зменшення сільськогосподарських змивів (крапельне живлення рослин добривами, використання капсульованих добрив та добрив пролонгованої дії), для фекальних стоків таких рішень немає і, ймовірно, не буде. Отже, лімітуючою умовою для зменшення концентрації фосфатів у поверхневих водах України є не відмова від

фосфатовмісних мийних засобів (хоча це важливе завдання, воно не вирішує проблему), а звільнення від сполук фосфору на всіх станціях очищення муніципальних стоків (що не запроваджено на жодній з муніципальних очисних споруд України), як це прийнято у розвинених країнах.

Сучасну класифікацію сурфактантів, яка базується на хімічній будові сполук, та номенклатуру речовин було прийнято на III Міжнародному конгресі з ПАР та рекомендовано Міжнародною організацією стандартизації (ISO) у 1960 році. В залежності від структури гідрофільної частини молекул та здатності до дисоціації у водних розчинах, розрізняють чотири основні класи основних активних компонентів: аніонні, катіонні, неіоногенні та амфотерні (амфолітні). Найширше використовуються в мийних засобах аніонні, неіоногенні та амфотерні ПАР.

Таблиця 5.1

**Найхарактерніші для відповідного класу та найбільш використовувани
поверхнево-активні речовини**

№ ПАР	Хімічна назва	Хімічна формула
Неіоногенні ПАР		
1	Алкілполіглюкозид (C8- C10, C10-C16) (Alkyl Polyglucoside)	Не визначена
2.	Алкіглюкозид (C8-C10) (Alkyl glucoside)	Не визначена
3.	Етоксильований жирний спирт (C13-C15), EO8 (Alkoxylated fatty alcohol)	Не визначена
4.	Етоксильований спирт (C9-C11), EO8 (Alcohol ethoxylate)	Не визначена
Аніонні ПАР		
5.	Додецилбензосульфокислота (Dodecylbenzene sulfonic acid)	$C_{18}H_{30}SO_3$

6.	Натрію лаурет сульфат (Sodium laureth sulphate)	$C_{12}H_{25}SO_4Na$
Амфотерні ПАР		
7.	Динатрій кокоамфодіпропіонат (Disodium cocoamphodipropionate)	$C_{10}H_{18}N_2Na_2O_5$
8.	N-алкіламінопропіл гліцин (N-Alkyl aminopropyl glycine)	Не визначена

Правила, розроблені в країнах Євросоюзу з метою забезпечення вільного руху мийних засобів і ПАР для мийних засобів на внутрішньому ринку, які водночас гарантують високий рівень захисту навколишнього середовища та здоров'я людини, регламентовані регламентом ЄС "Про мийні засоби". Згідно з цим регламентом, усі ці стабілізатори емульсій повинні мати здатність до первинного біологічного розкладу, тобто до такої біологічної трансформації (структурної зміни) під дією мікроорганізмів, що призводить до втрати їх поверхнево-активних властивостей. Виробники, для мийних засобів, що містять ПАР, рівень аеробної здатності до повного біологічного розкладу яких є нижчим за встановлений регламентом, застосовують процедуру часткового скасування. Вона дозволяє обмежувати або забороняти продаж і використання ПАР як інгредієнтів у мийних засобах, залежно від результатів додаткового оцінювання ризиків.

З метою гармонізації регуляторної політики України з вимогами ЄС, постановою Кабінету Міністрів № 717 від 20 серпня 2008 року був запроваджений Технічний регламент мийних засобів (з подальшими змінами та доповненнями, внесеними постановами Кабінету Міністрів України від 6 червня 2012 року № 499, від 8 квітня 2013 року № 235, від 12 червня 2013 року № 408). Згідно з цим регламентом, введення в обіг мийних засобів та поверхнево-активних речовин дозволяється лише за умови, що вони не становлять загрози для навколишнього середовища, відповідають вимогам щодо рівня біологічного

розкладу ПАР і дотримуються обмежень на вміст фосфатів та інших фосфорвмісних сполук у мийних засобах.

Рівень повного біологічного розкладу ПАР, що входять до складу мийного засобу, повинен становити щонайменше 60 % (за викидами двоокису вуглецю) або 70 % (за загальним органічним вуглецем) протягом 28 днів. На деякі мийні засоби накладаються обмеження (див. додаток 1) щодо вмісту фосфатів та інших фосфорних сполук. Зокрема, загальний вміст фосфору не повинен перевищувати 0,5 г., у рекомендованій кількості та/або дозуванні прального порошку для використання в основному циклі прання в жорсткій воді та за стандартним завантаженням пральної машини, а також 0,3 г. у стандартній дозі мийного засобу для основного циклу миття посудомийної машини.[23].

Запровадження таких обмежень мало б підвищити рівень екологічної безпеки гідросфери від забруднення фосфорвмісними сполуками та ПАР. Однак оцінка їхньої ефективності має базуватися на аналізі даних експериментальних досліджень. (див. табл. 5.2)

Таблиця 5.2

ОБМЕЖЕННЯ
щодо вмісту фосфатів та інших сполук фосфору в мийних засобах

№	Найменування мийного засобу	Обмеження	Для застосування обмеження
1.	1. Пральний порошок	Загальний вміст фосфору не повинен становити чи перевищувати 0,5 грама в рекомендованій к-сті та/або дозуванні прального порошку для використання в основному циклі процесу	Через 12 місяців з дня набрання чинності постановою Кабінету Міністрів України від 12 червня 2013 р. №408

		прання у жорсткій воді для стандартного завантаження пральної машини	
2.	2. Мийний засіб для побутових посудомийних машин	Загальний вміст фосфору не повинен становити чи перевищувати 0,3 грама в стандартній дозі мийного засобу для використання в основному циклі миття для завантаження посудомийної машини столовими набором на 12 персон	1 січня 2017 року.

5.2 Охорона праці на підприємстві виробництва лаурил сульфату натрію

Для запобігання виробничих аварій на підприємствах, слідують відповідним правилам для безпечних умов праці.

Охорона праці (*англ. labour protection; нім. Arbeitsschutz m*) – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників у процесі трудової діяльності (ст. 1 Закону України «Про охорону праці»).

Різні аспекти охорони праці регламентуються відповідними нормативними документами. Наприклад, правові питання регулюються Кодексом законів про працю; санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні – санітарними нормами і правилами (документи з шифрами ДСН, ДСанПіН, ДСП); організаційно-технічні питання охоплюються нормативними документами з шифрами НПАОП,

державними (національними) стандартами України (документи з шифрами ДСТУ, ГОСТ, ДБН) та технічними регламентами безпеки тощо.

5.2.1 Шкідливі та небезпечні виробничі чинники

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем безпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші – на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

В процесі роботи на підприємстві на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, автотранспорт і механізми;
- рухомі незахищені елементи механізмів, машин і виробничого обладнання;
- падаючі вироби техніки, інструмент і матеріали під час роботи;
- ударна хвиля (вибух посудини, що працює під тиском пари рідини);
- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищені запыленість й загазованість повітря;
- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря;
- підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвука;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- хімічні речовини (токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію людини);

– недостатня освітленість робочої зони.

Небезпечні чинники, які можуть виникнути під час виробництва лаурил сульфату натрію, наведено нижче в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Шкідливі та небезпечні виробничі чинники

№	Назва чинника	Джерела виникнення	Наслідки
1.	Хімічні речовини	Технологічне обладнання	Використовують агресивні хімічні речовини, такі як кислоти, луги, реагенти, які можуть бути шкідливими для здоров'я при прямому контакті або випарюванні.
2.	Пил та інші аерозолі	Змішувач з хлором	Утворюється пил, який може бути подразнюючим для дихальних шляхів або потенційно небезпечним при вдиханні.
3.	Термічні ризики	Халатність, розсіяність та несконцентрованість співробітника	Здатні створювати ризики опіків або інших термічних ушкоджень.
4.	Несправні обладнання	Виробниче обладнання	Призводити до аварій, поранень або інших небезпек.

5.	Шум і вібрація	Обладнання або вентиляційна система	Значний рівень шуму може впливати на здоров'я працівників та спричиняти негативні наслідки.
----	----------------	-------------------------------------	---

5.2.2 Засоби індивідуального захисту робітників на виробництві

Обов'язки роботодавця щодо забезпечення працівників засобами

індивідуального захисту (ЗІЗ):

Перед закупівлею ЗІЗ роботодавець повинен провести їх оцінку, зокрема:

- проаналізувати й оцінити ризики для життя та здоров'я працівників, яких неможливо уникнути іншими засобами;
- визначити необхідні характеристики ЗІЗ, що ефективно захистять працівників від зазначених ризиків;
- порівняти наявні у суб'єкта господарювання характеристики ЗІЗ із тими, що визначені під час оцінки.

Комісія, створена керівником підприємства з представників адміністрації та профспілкової організації (або уповноваженої особи з питань охорони праці, якщо профспілки немає), зобов'язана приймати та перевіряти ЗІЗ на відповідність нормативним документам і результатам оцінки. У разі отримання неякісних ЗІЗ роботодавець повинен вжити заходів для їх повернення або заміни.

Список робіт, для яких необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), наведений у додатку 3 до Мінімальних вимог, який включає в себе:

- Коли роботодавець визначає потребу в засобах індивідуального захисту (ЗІЗ), він повинен окремо передбачати спеціальний одяг і взуття для чоловіків і жінок. При цьому необхідно вказати назву ЗІЗ, врахувати їх модель, захисні властивості, розмір і зріст, а для захисних касок і запобіжних поясів — типорозміри.

- Роботодавець повинен надати працівнику декілька комплектів ЗІЗ, якщо на підприємстві не здійснюють належне очищення (хімчистка) спецодягу, його прання, знепилювання, дегазацію, дезактивацію, дезінфекцію, знезараження, ремонт, заміну частин і не перевіряють експлуатаційні та захисні властивості.

- Якщо ЗІЗ зносилися передчасно не з вини працівника, роботодавець зобов'язаний замінити їх за власний рахунок. У разі, якщо працівник придбав спецодяг та/або інші ЗІЗ за власні кошти, роботодавець повинен компенсувати всі витрати відповідно до умов колективного договору (п. 7 розд. III Мінімальних вимог).

Класифікація засобів індивідуального захисту:

Види засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) визначені ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація». У цьому документі наведена така класифікація ЗІЗ: 1. Захист голови; 2. Захист органів слуху; 3. Захист очей і обличчя; 4. Захист органів дихання; 5. Захист рук, плеча та передпліччя; 6. Спеціальний захисний одяг; 7. Захист ніг та стегон; 8. Захист від падіння з висоти; 9. Захист шкіри; 10. Комплексний захист.[24].

Засоби захисту повинні гарантувати належний рівень безпеки від потенційної небезпеки та мати конструкцію, яка в передбачуваних умовах експлуатації забезпечує максимальний рівень захисту користувача, дозволяючи йому без перешкод виконувати пов'язану з ризиком роботу.

5.2.3 Вентиляція, освітлення та шум

На підприємствах зазвичай застосовують різні види освітлення, такі як штучне, природне та комбіноване. Ефективне освітлення є ключовим аспектом для забезпечення комфортних умов праці. Для виробництва лаурил сульфату натрію характерне штучне та природне освітлення, залежно від конкретних умов та потреб виробництва. У виробництві SLS природне освітлення може бути використане для економії електроенергії та зниження витрат на опалення

приміщень. У випадках, коли природного світла недостатньо або коли виробництво відбувається у нічний час або в приміщеннях без вікон, штучне освітлення є необхідним. Для штучного методу зазвичай використовують прилади та необхідне оснащення обладнання, серед таких: лампи накаливання, світлодіодні лампи (LED), газорозрядні лампи (ртутні та металогалогенні), освітлювальні прилади для точкового освітлення.

Одним із найбільш розповсюджених негативних факторів, які впливають на нормальну трудову діяльність людини, являється шум на підприємстві.

За стандартом ДСН 3.3.6.03799 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку", прийнятим у Києві у 2000 році, встановлені норми щодо допустимих рівнів шуму на робочих місцях. Цей стандарт також визначає класифікацію шуму та встановлює вимоги щодо його характеристик та захисту працівників від нього.

У промислових умовах на підприємстві застосовують п'ять методів для зменшення шуму:

1. Зменшення шуму в місцях його виникнення.
2. Зміна напрямку поширення шуму від джерела.
3. Використання будівельно-акустичних методів.
4. Зменшення шуму вздовж шляху його поширення.
5. Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Основними джерелами шуму на виробництві по виготовленню (SLS) вважаються, зокрема: транспортні системи (транспортери, конвеєри, ліфти), обробка відходів, обладнання для синтезу та обробки сировини і вентиляційні системи (вентилятори).

Вентиляційні системи є невід'ємним аспектом у виробництві лаурил сульфату натрію, вони використовуються для забезпечення відповідних умов праці та дотримання стандартів безпеки. До них відноситься приточно-витяжна вентиляція, яка забезпечує належну циркуляцію повітря та вивести шкідливі

випари. Пунктова вентиляція використовується для конкретних ділянок або обладнання, щоб видаляти шкідливі випари чи гази безпосередньо з джерела їх утворення. Система екстракційної вентиляції використовується для видалення шкідливих речовин, які можуть бути випаровані або виділятися під час процесів виробництва.

При розробці відомчих нормативів є допустимі рівні шуму для окремих видів трудової діяльності, вони повинні встановлюватися з урахуванням важкості та напруженості праці згідно з таблицею 5.4.

Таблиця 5.4

Допустимі рівні шуму для окремих видів діяльності

Класи, умови та характер праці	Допустима важкість	Шкідлива та небезпечна важкість праці		
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь
	Рівень шуму, дБА			
Допустима напруженість	80	до 80	75	до 75
Шкідливість та небезпечність напруженості				
1 ступінь	70	до 70	65	65
2 ступінь	60	до 60	-	-
3 ступінь	50	до 50	-	-

5.2.4 Пожежна безпека

Забезпечення пожежної безпеки на підприємстві вже на етапі проектування та розробки генерального плану здійснюється відповідно до вимог санітарно-гігієнічних і протипожежних норм, а також будівельних правил і нормативів, зазначених у Державних будівельних нормах і правилах України, зокрема ДНАОП 0.011.0195 "Правила пожежної безпеки України".

На хіміко-фармацевтичному заводі встановлений протипожежний режим, який включає в себе:

- порядок проведення пожежонебезпечних робіт;
- правила використання із нагрівальними приладами;
- виділені місця для куріння;
- карти шляхів евакуації;
- проведення навчальних евакуацій (оповіщення, зупинки технологічних процесів, пожежогасіння, тощо).
- правила утилізації горючого пилу;

З можливих елементів системи протипожежного захисту обов'язковими є наступні: вогнегасники ВВК-5 та ВП-1, ящики з піском, пожежними гідрантами і пожежними кранами ГК-1, внутрішніми пожежними водопроводами.

1. Стосовно параметрів мережі живлення:

- Напруга, залежно від потреб обладнання бути становити 220 до 380В;
- Частота електричного струму в мережі живлення зазвичай складає 50 Гц.

2. Категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою - В.

3. Має бути наявність пожежної сигналізації та мінімум 1 вогнегасник на 100 кв. метрів.

4. Клас приміщення за ризиком ураження електричним струмом відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою - II.

1. Згідно вимог та в якості надання безпеки співробітникам, на підприємстві повинні бути евакуаційні шляхи шириною не менше 1,2 метра.

Систематичне розподілення та розташування будівель та споруд на території підприємств за їх функціональними характеристиками є важливою складовою пожежної профілактики. Це організація приміщень відповідно до їхнього призначення, рівня вогнестійкості та ступеня вибухонебезпеки, який пов'язаний з характером виробництва, наявністю шкідливих речовин та факторів, що можуть спричинити пожежу. Важливо також враховувати можливість поширення

небезпеки в разі впливу вітру та інших природних чинників. Додатковим заходом є дотримання правил щодо проведення робіт з відкритим вогнем, які повинні здійснюватися лише на визначених територіях.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз науково-технологічної літератури щодо технологій виробництва лаурил сульфат натрію SLS. Обрано найбільш розповсюджену технологію лаурил сульфату натрію із лаурилового спирту та хлорсульфонової кислоти.
2. Проведено характеристику сировини для виробництва лаурил сульфату натрію.
3. Розраховано матеріальний баланс, вихід кондиційного натрію лаурил сульфату з врахуванням втрат становить 468,54 кг.
4. Розроблено принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схеми на основі проведених розрахунків матеріального балансу.
5. Здійснено обчислення основного апарату виробничої лінії - нейтралізатора. На базі розрахунків графічно відобразили схематичне креслення в розрізі.
5. Показано, що запропоноване удосконалене виробництво лаурил сульфату натрію, дозволяє здешевити кінцевий продукт та бути конкурентно спроможним на ринку України. Собівартість, згідно параметрів удосконаленого виробництва на 1000 кг. лаурил сульфату натрію становить 1 038 089,41грн, а ціна на продаж 1 т. продукції становить 1 494 848,75грн.
6. Запроновано ряд заходів для забезпечення високого рівня контролю якості на виробництві Насамперед здійснення моніторингу та тестування виробничого процесу для досягнення кінцевого продукту згідно встановленим стандартам.
7. Розглянуто питання про охорону праці, зокрема забезпечення безпеки працівників від впливу хімічних речовин. Обговорені заходи з пожежної безпеки та заходів для належних умов праці на виробництві.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ	<i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Іванюк С.В	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.084.КП.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i> 15.04.2024	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 84/91

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безпека та ризики харчових добавок / Войціцький В. М. [та ін.]. - Київ : Компринт, 2016. – 174 с. : табл. - Бібліогр.: с. 173. (Дата звернення: 05.02.2024)
2. Гуменюк Оксана Леонідівна, Сиза Ольга Іллівна, Буяльська Н.П., Харчові добавки, тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.0501701 «Харчові технології та інженерія» -: ЧНТУ 2014р. ст. 6. (Дата звернення 08.02.2024)
3. Фармацевтична енциклопедія , Рибачук В.Д. ; Натрій лаурил сульфат. (Дата звернення 28.02.2024)
4. Виробництво та використання пектинів у харчовій промисловості [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. : О. В. Олабоді, В. С. Каленська] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б– ка.Київ,2018.172с (Дата звернення: 08.02.2024)
5. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. спец. 7.05050313 "Обладнання переробних і 25 Нац. ун-т харчових виробництв" ден. і заочн. форм навчання / Уклад.: Чепелюк.О.О. (Дата звернення 11.02.2024)
6. Одеський Національний університет ім. І. І. Мечникова. Факультет хімії та фармації., О.О. Стрельцов, В.В. Менчук, Навчально-методичний посібник, Застосування поверхнево-активних речовин., -: Одеса, ОНУ 2021 р. (Дата звернення 12.02.2024)., ст. 14, 15, 22, 28, 34.
7. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник / О. В. Дацишин, О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач; За ред. О. В. Дацишина – К.: Мета, 2003. – 288 с.: іл. (Дата звернення: 11.02.2024)
8. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.техн. б-ка. – Київ,

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ	<i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Іванюк С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.085.КП.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i> 15.04.2024	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 85/91

2020. – 247 с. (Дата звернення: 16.02.2024)

9. Осипенко, О. П. Технологічне обладнання галузі. Виробництво етилового спирту шляхом зброджування : конспект лекцій для студентів спеціальностей 7.05170106 «Технології продуктів бродіння і виноробства» та 7.05050313 «Обладнання переробних і харчових виробництв» денної та заочної форм навчання / О. П. Осипенко, В. М. Таран, Ю. Ю. Доломакін – К.: НУХТ, 2012. – 48 с. (Дата звернення: 20.02.2024)

10. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. – 2-е видання, доп. та випр. – Х.: Світ Книг, 2014. – 495 с. (Дата звернення: 24.02.2024)

11. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навч. посіб. / За ред. проф. І.Ф. Малежика. – К.: НУХТ, 2012. – 543 с. (Дата звернення: 27.02.2024)

12. Рачок, В. В. Наукові та технічні аспекти ефективного замішування дріжджового тіста в тістомісильних машинах безперервної дії : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв" / Рачок Віталій Вікторович ; НУХТ. - К., 2019. - 23 с. (Дата звернення: 04.03.2024)

13. Сосновський, В. Б. Дослідження надійності основного технологічного обладнання розмольного відділення борошномельного заводу в процесі його експлуатації: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.02.14 "Машини та агрегати харчової промисловості" / Сосновський Валерій Борисович; наук. рук. Л. І. Котляр, А. А. Вайнберг; Одеса. технол. ін-т харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова. - Одеса: ОТПП, 1978. - 24 с. (Дата звернення: 09.03.2024)

14. Закон України «Про охорону праці», листопад 2002 р. (Дата звернення 05.05.2024).

15. Про охорону праці: закон України від 14 жовтня 1992 року //Відомості Верховної Ради України, 1992. №49. С.668. (Дата звернення: 07.05.2024)

16. ГОСТ 2124-87 «Кислота хлорсульфована технічна».
17. Методичка БіоКлін 2. ТОВ «Альянс груп» Дезінфікуючі засоби України. Методичні вказівки із застосування засобу з метою стерилізації та дезінфекції; дирек. Бабаєв В.В., заст. гол. сан. лікаря О.В. Протасов, 2017. – с. 27 (Дата звернення: 02.05.2024)
18. Хімія поверхнево-активних речовин в харчовій та косметичній промисловості. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів хімічного факультету. / Укладачі: Юрченко О.М., Кормош Ж.О. Луцьк: Вежа друк. 68 с. (Дата звернення: 08.05.2024)
19. Мудрий І.В., Голенкова Л.Г. Визначення аніонних синтетичних поверхнево-активних речовин. 1993. 2 с. (Дата звернення 09.05.2024)
20. Nation Library of Medicine/National Center for Biotechnology Information.; Cara AM Bondi, Julia L Marks, Lauren B Wroblewski, Heidi S Raatikainen, Shannon R Lenox, Kay E Gebhardt., Human and Environmental Toxicity of Sodium Lauryl Sulfate (SLS): Evidence for Safe Use in Household Cleaning Products. Environ Health Insight 2015; 9: 27–32. (Дата звернення 29.05.2024)
21. МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ.; Наукова робота у галузі «Екологія», Екологічна безпечність сучасних безфосфатних мийних засобів для водних екосистем, :2021р. ст. 11. Б
22. Комітету Верховної Ради України з питань інтеграції України з Європейським Союзом щодо проекту Закону України "Про державне регулювання у сфері мийних засобів" (реєстр. N 1170 від 29.08.2019 р., н. д. Д. Шпенюв). (Дата звернення 01.06.2024)
23. Ewa Olkowska, Żaneta Polkowska, Jacek Namieśnik; Analytical procedures for the determination of surfactants in environmental samples., Science Direct, Talanta, 15 January 2012, Pages 1-13. (Дата звернення 02.06.2024)
24. Qazi Engineering., The Role of Quality Control in Detergent Powder Plant Operations. (Дата звернення 02.06.2024)

25. Національний лісотехнічний університет України, Проф. М.С. Мальований¹ д-р техн. наук; заст. директора Л.М. Дедик²; пров. наук. співроб. С.Б. Мараховська²; аспір. В.Т. Шандрович¹; інж. А.О. Мараховська¹; ст. викл. С.І. Гуглич¹ канд. техн. Наук., ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ/ Збірник науково-технічних праць. ст. 96-99. (Дата звернення 02.06.2024)
26. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки труда средства индивидуальной защиты (34105), ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ; БЗ № 4-2011/469. – Київ.: 2011р.
27. Служба охорони праці; стаття «Організація охорони праці на підприємстві», юрист-практик Лідньов Анатолій. (Дата звернення 03.06.2024)
28. J. R. Barnes, D., W. van Batenburg, M. J. Faber, C. H. van Rijn, S. Geib, S. R. van Kuijk, D. Perez Regalado, T. E. King, M. J. Doll, L. E. Crom; OnePetro, JOURNAL PAPER/DECEMBER 03 2018., Quality Assurance and Quality Control of Surfactants for Field-Scale Enhanced-Oil-Recovery Pilot Projects, SPE Res Eval & Eng 22 (02): 565–576; Paper Number: SPE-177613-PA. (Дата звернення 04.06.2024)
29. Research Nester/ Connect. Lead. Accomplish., Global Market Size, Forecast, and Trend Highlights Over 2024 – 2036; Chemicals and Advanced Materials Sodium Lauryl Sulfate Market, Chemicals and Advanced Materials Sodium Lauryl Sulfate Market; author Credits: Rajrani Bagher. (Дата звернення 05.06.2024)
30. Nation Library of Medicine/National Center for Biotechnology Information.; Suaibu O. Badmus, Hussein K. Amusa, Tajudeen A. Oyehan, Tawfik A Saleh., Environmental risks and toxicity of surfactants: overview of analysis, assessment, and remediation techniques .Environ Health Insight 2015; 9: 27–32. (Дата звернення 29.05.2024)
31. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування / Малержик І.Ф., Марценюк О.С., Мельник Л.М. –Київ, 2012. – 543 с. Харчові добавки: Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" / Уклад.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧНТУ, 2014. – 157 с.

32. Ю.О.Ластухін, С.А.Воронов. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2006. – 864 с.
33. Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія: Підруч, для студ, вищ. навч. закл. / За заг. ред. В. П. Черних.— 2-ге вид., випр. і доп.— Х: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2008.— 752 с.
34. Технология пищевых продуктов: Учебник/Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.И.Украинца. – К: Издательский дом «Аскания», 2008. – 736 с.

Додаток

АПРОБАЦІЯ Соломія Іванюк Ключові аспекти технології виробництва лаурил сульфату натрію// Матеріали 90 Міжнародної наукової конференції молодих учених,аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 11-12 квітня 2024 р. – К.: НУХТ,2024 р. – Ч.2 – 390 с., С. 275.

90 International scientific conference of young scientist and students
"Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution",
April, 11-12, 2024. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

90
International scientific conference
of young scientist and students

"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"

April, 11-12 2024

Part 2

Kyiv, NUFT, 2024

24. Ключові аспекти технології виробництва лаурил сульфату натрію

Соломія Іванюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.

Вступ. *Лаурил сульфат натрію (SLS)*, відомий також як натрієвий додецилсульфат, є поверхнево-активною речовиною, що широко використовується в побутовій хімії, зокрема у виробництві миючих засобів, шампунів та зубних паст. Ця речовина забезпечує ефективне видалення жиру та бруду за рахунок утворення піни та емульгування нерозчинних часток.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд вітчизняних та закордонних джерел інформації, які присвячені методам отримання лаурил сульфату натрію та його сфері використання.

Результати обговорення. Виробництво SLS здійснюється через сульфатування лауринової кислоти, яка отримується з пальмової олії або кокосового масла. Процес сульфатування включає реакцію жирної кислоти з сірчаною кислотою, що призводить до утворення сульфатної кислоти. Після цього проводиться нейтралізація отриманого продукту гідроксидом натрію, в результаті чого формується сіль – лаурил сульфат натрію.

Ключові аспекти процесу включають контроль температури та pH на стадії сульфатування та нейтралізації для запобігання побічних реакцій та забезпечення високої чистоти кінцевого продукту. Після нейтралізації SLS піддається очищенню шляхом відмивання та сушіння.

Завдяки сучасним технологіям, шукаються способи виробництва SLS, які були б більш екологічно стійкими та економічно вигідними. Наприклад, розробляються біотехнологічні методи для отримання лауринової кислоти, а також удосконалені методи рециркуляції відходів.

Висновки. Лаурил сульфат натрію має значне виробниче і комерційне значення, і його виробництво є важливою складовою глобальної хімічної індустрії. Покращення технологічних процесів з метою підвищення ефективності та екологічної стійкості виробництва має критичне значення для забезпечення сталого розвитку цього сектору.

Література

1. Ataman Kimya / Ataman Chemicals. Sodium Lauryl Sulfate, CAS NO: 151-21-3; EC NUMBER: 205-788-1