

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

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
Оксана КОЧУБЕЙ-  
ЛИТВИНЕНКО  
(підпис) (ім'я ПРИЗВИЩЕ)  
«\_\_» червня 2025 р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
Тамара НОСЕНКА  
(підпис) (ім'я ПРИЗВИЩЕ)  
«\_\_» червня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

**на тему: Удосконалення технології виробництва моно- і дигліциридів  
жирних кислот**

Виконав: здобувач **4** курсу, групи **14**  
Очканова Ілона Ігорівна  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Подобій Олена Валеріївна  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Консультанти Житнецький Ігор Володимирович  
(ім'я ПРИЗВИЩЕ) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(ім'я ПРИЗВИЩЕ) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(ім'я ПРИЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Інна ПОЦОВА  
(ім'я ПРИЗВИЩЕ) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2025 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара Носенко

“ ”. \_\_\_\_\_ . 2025 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Очканова Ілона Ігорівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот

керівник роботи Подобій Олена Валеріївна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16”березня 2025 р.№ 231 КС

2. Строк подання здобувачем роботи 02 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи передбачити отримання гуміарабіку Е414 шляхом послідовного очищення. Маса вихідного необробленого продукту становить 1500

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; Розділ І. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ ІІ. Технологічна частина; Розділ ІІІ. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ ІV. Організація контролю якості продукції; Розділ V. Екологічна частина та охорона праці; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В., к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	24.03.2025р.	01.06.2025р.

7. Дата видачі завдання 24.03.2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	05.05.2025р.	
2	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	06.05-11.05.2025р.	
3	Технологічна частина. Розрахунок матеріального балансу отримання гуміарабіку.	12.05-25.05.2025р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	26.05-27.05.2025р.	
5	Організація контролю якості продукції	28.05.2025р.	
6	Екологічна частина та охорона праці	29.05.2025р.	
7	Висновки	01.06.2025р.	
8	Список використаної літератури. Реферат	15.05-25.05.2025р.	
9	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	12.05-19.05.2025р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	20.05-27.05.2025р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	28.05-01.06.2025р.	
12	Передзахист, перевірка на академплагіат, рецензування ДП	03.06.2025р.-10.06.2025р.	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Ілона ОЧКАНОВА**

(ім'я ПРИЗВИЩЕ)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Олена ПОДОБІЙ**

(ім'я ПРИЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 89 СТОР., 27 ТАБЛ., 15 РИС., 62 ДЖЕРЕЛА.

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення технології виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот.

Обґрунтовано вибір і вдосконалення технології виробництва моно- та дигліцеридів жирних кислот, акцентуючи увагу на ключових аспектах модернізації процесу.

Доведено, що гліцерин і стеаринова кислота є перспективними компонентами для виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот. Додавання фосфатидного концентрату до цих сполук сприяє створенню харчової добавки з розширеними технологічними властивостями.

Розроблено удосконалену принципову технологічну схему виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот з фосфатидним концентратом. Проведено розрахунок матеріального та теплового балансів. Виконано розрахунок відцентрового сепаратора та визначено його потужність = 4кВт .

Розроблено удосконалену апаратурно-технологічну схему виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот E471 з фосфатидним концентратом.

Розраховано техніко-економічну ефективність удосконалення технології виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот та показано, що рентабельність такого виробництва складає 15%, а прибуток – 20045,6 грн на 1000 кг вихідної сировини.

Основні показники якості вхідної сировини та заходи по контролю якості продукції визначено і структуровано для забезпечення високого рівня виробництва.

Запропоновані пропозиції щодо заходів з охорони праці на виробництві моно- і дигліцеридів жирних кислот, а також комплексні заходи для захисту довкілля. Особливу увагу приділено забезпеченню екологічної безпеки розробленої технології, з урахуванням можливого впливу на навколишнє середовище, та обґрунтовано ефективність застосованих методів захисту.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МОНО- І ДИГЛІЦЕРИДИ ЖИРНИХ КИСЛОТ, ХАРЧОВА ДОБАВКА, ЕМУЛЬГАТОР, ЖИРНІ КИСЛОТИ, E471, ПАР, ГЛІЦЕРИН, МОНОСТЕАРАТ ГЛІЦЕРИНУ.

## ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 89 PAGES, 9 FIGURES, 27 TABLES, 1 SCHEME, 39 SOURCES, 17 FORMUL.

The topic of the bachelor's qualification work is the improvement of the technology of production of mono- and diglycerides of fatty acids.

The choice to improve the technology of production of mono- and diglycerides of fatty acids and its improvement is substantiated.

It was found that glycerol and stearic acid are promising raw materials for the production of mono- and diglycerides of fatty acids, and the addition of phosphatide concentrate to mono- and diglycerides of fatty acids will provide a food additive with broader technological properties.

An improved basic technological scheme for the production of mono- and diglycerides of fatty acids with phosphatide concentrate has been developed. The calculation of material and heat balances is carried out. The calculation of the centrifugal separator was performed and its power = 4 kW was determined.

An improved hardware-technological scheme for the production of mono- and diglycerides of fatty acids with phosphatide concentrate has been developed.

The technical and economic efficiency of improving the technology of production of mono- and diglycerides of fatty acids is calculated and it is shown that the profitability of such production is 15%, and the profit is UAH 20,045.6. per 1000 kg of raw materials.

The main indicators of quality of input raw materials and measures for product quality control are given.

Measures for labor protection in the production of mono- and diglycerides of fatty acids and measures for environmental protection are proposed and the ecological safety of the proposed technology is substantiated

KEY WORDS: MONO- AND DIGLYCERIDES OF FATTY ACIDS,  
FOOD ADDITIVE, EMULSIFIER, FATTY ACIDS, E471, PAR, GLYCERIN,  
MONOSTEAR GLYCER.

# ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ЗМІСТ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.2 Технологічні функції поверхнево-активних речовин у харчових системах .....	15
1.3 Характеристика моно- та дигліцеридів жирних кислот .....	16
1.3.1 Природа моно- та дигліцеридів жирних кислот .....	16
1.3.2 Фізико-хімічні властивості моно- та дигліцеридів жирних кислот.....	17
1.3.3 Застосування моно- та дигліцеридів жирних кислот .....	17
1.3.4 Вплив моно- та дигліцеридів жирних кислот організм людини .....	19
1.4 Хімізм утворення моно- і дигліциридів жирних кислот .....	20
1.5 Стан сировинної бази для виробництва .....	20
1.6 Аналіз існуючих технологій виробництва .....	22
РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	27
2.2 Принципова технологічна схема та її опис .....	31
2.3 Матеріальний розрахунок .....	35
2.4 Підбір технологічного обладнання.....	43
2.5 Розрахунок сепаратора.....	49
2.6 Тепловий розрахунок пластинчастого теплообмінника.....	52
2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	55
РОЗДІЛ III. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	58
РОЗДІЛ IV. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ .....	63
4.1 Загальні положення про якість та безпеку продукції .....	63
4.2 Основні положення лабораторії .....	63
4.3 Основні функції лабораторії .....	64
4.4 Контроль якості та безпечності продукції на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот .....	66
РОЗДІЛ V. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	68
5.1 Екологічна безпека при виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот .....	68
5.2 Охорона праці на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот.....	81
ВИСНОВКИ .....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	85

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа		
Власник документа  НУХТ	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва  ЗМІСТ	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.007.КР.ПЗ		
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 01.05.2025	Мова ua

## ВСТУП

E471 - харчова добавка використовується як стабілізатор і емульгатор. Вона являє собою моно- і дигліцериди жирних кислот. Попри складну назву, це компоненти натурального походження. Емульгатор отримують шляхом спеціальної обробки натуральних, переважно рослинних, та синтетичних жирних кислот, які зазвичай отримують із гліцерину. Головна функція цієї добавки полягає у створенні однорідної маси із речовин, що природно не змішуються між собою. Наприклад, завдяки цій добавці можна легко поєднати рослинне масло з водою. Саме через цю властивість добавка активно застосовується у виробництві молочних і жирних продуктів.

На сьогоднішній день добавка вважається безпечною для здоров'я. Оскільки моногліцериди та дигліцериди жирних кислот за структурою подібні до частково засвоєних природних жирів, організм переробляє їх так само, як і звичайні жири.

**Актуальність роботи** полягає в тому, що моно- і дигліцериди жирних кислот в природному середовищі є проміжним продуктом розщеплення жирів при перетравленні їжі, тому добавку, яка надійшла в організм травна система сприймає і переробляє так, як і інші жири [1]. А отже можна стверджувати, що даний емульгатор є безпечним. Продукт має міжнародний статус GRAS, що дозволяє використовувати його без жодних обмежень.

**Мета роботи:** удосконалення технології отримання добавки із стеаринової кислоти та гліцерину.

На основі поставленої мети роботи сформовані **наступні завдання:**

1. Огляд та аналіз літературних джерел;

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа -	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва ЗМІСТ	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.007.КР.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 01.05.2025	Мова ua	Аркуш 9/89

2. Вивчити існуючі технології отримання моно- і дигліцериди жирних кислот;
3. Удосконалення технології виробництва моно- і дигліциридів жирних кислот;
4. Розрахунок апарату;
5. Підбір основного обладнання.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот.

Предмет дослідження: харчова добавка моно- і дигліцеридів жирних кислот.

# РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Основні відомості про емульгатор

Одним із ключових компонентів дисперсних систем у складі косметичних препаратів виступають поверхнево-активні речовини (ПАР). Завдяки своєму амфифільному характеру вони нерівномірно розподіляються в розчині й концентруються (адсорбуються) на межі поділу фаз, утворюючи адсорбційні шари. Це призводить до зниження міжфазного натягу. Молекули ПАР містять у собі як ліпофільну (гідрофобну), так і гідрофільну функціональні групи, що зумовлює їхні специфічні властивості.

В принципі всі емульгатори можна вважати як поверхнево-активні речовини.

ПАР є емульгаторами, які застосовуються в косметичних засобах і виконують важливі функції. Вони повинні відповідати певним специфічним вимогам:

- токсикологічна безпека;
- високий біологічний розпад;
- підтверджена сумісність зі шкірою та слизовими оболонками людини;

Емульгатори - це речовини, які сприяють створенню або збереженню стійкості однорідної гомогенної суміші двох або більше фаз, що не змішуються, наприклад жир і вода.

Дія емульгаторів різнобічна. Вони впливають на: в'язкість, утворення емульсій, пін [2].

Емульгатори, які сприяють рівномірній дифузії газоподібної фази в рідкі або тверді харчові продукти, мають назву піноутворювачі.

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.007.КР.ПЗ			
НУХТ	Документ затверджено Носенко Т.Т.	ЗМІСТ	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
				01.05.2025	ua	11/89

Емульгатори, які попереджають руйнування піни, мають назву стабілізатори піни [3].

Харчові емульгатори, піноутворювачі та стабілізатори піни являють собою органічні сполуки з поверхнево-активними властивостями, тобто вони належать до категорії поверхнево-активних речовин (ПАР).

Поверхнево-активні речовини мають здатність концентруватися на межі поділу фаз і знижувати міжфазний поверхневий натяг завдяки особливостям своєї молекулярної будови. Молекули ПАР мають дифільну структуру, яка включає полярну (гідрофільну) та неполярну (ліпофільну) частини, з'єднані між собою. Завдяки такій структурі вони розташовуються певним чином залежно від властивостей різних кінців молекули [3].

Гідрофільні групи, такі як гідрофільна (ОН) чи карбоксильна (COOH), сприяють розчинності поверхнево-активних речовин у воді. Водночас ліпофобні групи, найчастіше представлені вуглеводними радикалами, забезпечують їх розчинність у неполярних середовищах, наприклад, у газовій фазі або в масляних розчинах.

На межі розділу фаз, наприклад, між жиром і водою, молекули ПАР орієнтуються таким чином: їхні гідрофільні групи спрямовуються до води, а ліпофільні – до поверхні жиру. В результаті цього створюється міжфазовий прошарок, який сприяє зниженню поверхневого натягу та забезпечує умови для утворення емульсій.

Емульгатори виконують функцію стабілізації емульсій, запобігаючи повторному злипанню частинок дисперсної фази після їх формування.

Піноутворювачі та стабілізатори піни взаємодіють із поверхнею повітряних бульбашок або жирових кульок, що сприяє забезпеченню стабільності системи.

За хімічним складом поверхнево-активні речовини є похідними одно- та багатоатомних спиртів, а також моно- і дисахаридів, структурними компонентами виступають кислоти різної будови. У харчовій

промисловості найпоширенішими є емульсії, що складаються із суміші води й жиру. Розрізняють два основні типи емульсій: прямі, такі як «масло у воді» (наприклад, майонез), і зворотні - «вода в маслі» (як у випадку з маргарином).

Основними фізико-хімічними та технологічними властивостями ПАР є їх здатність сприяти формуванню прямої або зворотної емульсії. Ця здатність визначається співвідношенням молекулярних мас гідрофільних і ліпофільних груп, що характеризується показником «гідрофільно-ліпофільний баланс» (ГЛБ). Його значення може варіюватися в межах від 1 до 20 [3].

Емульгатори з ГЛБ понад 10 переважно мають гідрофільні властивості. Вони здатні утворювати прямі емульсії типу «масло у воді». Якщо ж ГЛБ емульгаторів менше 10, вони сприяють формуванню зворотних емульсій типу «вода в маслі». Емульгатори з ГЛБ у межах від 7 до 9 часто використовуються як змочуючі агенти, а ті, що мають ГЛБ від 15 до 18, виконують роль солюбізаторів, примір, для освітлення соків.

Поверхнево-активні речовини класифікуються залежно від заряду їхньої активної частини. Виділяють аніонактивні, неіоногенні та амфотерні ПАР.

Аніонактивні поверхнево-активні речовини у водних розчинах дисоціюють на іони з від'ємний зарядом. Завдяки електростатичній взаємодії вони можуть взаємодіяти з білками, зміцнюючі їхню структуру [3].

Неіоногенні поверхнево-активні речовини в водних розчинах не розпадаються на іони. З хімічної точки зору, це моно- і дигліцериди жирних кислот та їх похідні, а також прості ефіри багатоатомних спиртів. Вони мають здатність формувати комплекси з крохмалем, що призводить до підвищення температури його клейстеризації та зменшення його набухання.

Амфотерні поверхнево-активні речовини характеризуються комбінованими властивостями, одночасно демонструючи аніонну та

катіонну активність. Їхній заряд – негативний або позитивний – залежить від рівня рН середовища. Прикладом таких речовин є фосфат. У свою чергу, більшість харчових емульгаторів належать до неіоногенних сполук.

Наразі у харчовій промисловості переважно застосовують синтетичні емульгатори [3].

Таблиця 1.1

**Основні групи синтетичних ПАР, дозволених в Україні**

<b>Е-номер</b>	<b>Емульгатор</b>	<b>Технологічні функції</b>	<b>ДДН,мг/кг маси тіла людини</b>
E432-E436	Ефіри поліоксиетиленсорбітану	Емульгатор,стабілізатор	0-25
E471	Моно- і дигліцериди жирних кислот	Емульгатор,стабілізатор	125
E472,472a	Ефіри гліцерину, оцтової та жирних кислот	Емульгатор, стабілізатор, комплексоутворювач	GRAS
E472б	Ефіри гліцерину, молочної та жирних кислот	Емульгатор, стабілізатор,	GRAS
E472с	Ефіри лимонної кислоти та моно- і дигліцеридів жирних кислот	Емульгатор, стабілізатор, комплексоутворювач	0-50
E472е	Ефіри гліцерину, діацетилвинної та жирної кислот		0-25
E473	Ефіри сахарози та жирних кислот	Емульгатор	0-25

## 1.2 Технологічні функції поверхнево-активних речовин у харчових системах

Технологічні функції ПАР визначаються здатністю цих харчових добавок знижувати поверхневий натяг на межі розділу фаз. Основними технологічними функціями ПАР є здатність до утворення та стабілізації емульсій, солюбілізація, комплексоутворення з крохмалем, взаємодія з білками, здатність зменшувати в'язкість, впливати на розмір і швидкість росту кристалів жиру, змочування та змазування.

Емульгуючі властивості поверхнево-активних речовин визначає показник гідрофільно-ліпофільного балансу. Емульгатори з ГЛБ 10-14 виявляють здатність до утворення та стабілізації прямих емульсій «масло / вода». Прикладом можуть бути жиро-водні емульсії для тіста.

Емульгатори з ГЛБ у діапазоні 2-6 сприяють утворенню зворотних емульсій типу «вода в маслі».

Наприклад, використовується у кондитерських масляних кремах [3].

У кондитерській промисловості емульгатори, зокрема фосфоліпіди, застосовуються у виробництві шоколадної глазури як розріджуючі речовини. Вміння поверхнево-активних речовин впливати на зміну в'язкості активно використовується при виготовленні шоколаду. У системах, де кристали цукру дисперговані в жирі, ПАР адсорбуються на поверхні частинок гідрофільної природи, формуючи гідрофобні оболонки. Це забезпечує кращу плинність розплавленої шоколадної маси.

Деякі емульгатори сприяють швидшому формуванню кристалів жиру в рідких жирових сумішах, маргарині та шоколадних масах, що позитивно впливає на смак продуктів.

Змочуючі та змащувальні властивості поверхнево-активних речовин знижують міжфазну напругу між рідиною та поверхнею твердих частинок, що сприяє рівномірному розподілу рідини по їхній поверхні.

Емульгатори застосовують для запобігання прилипанню харчових продуктів до поверхні форм та листів.

Взаємодія поверхнево-активних речовин з білками та крохмалем особливо помітна в хлібопекарській промисловості [3].

### **1.3 Характеристика моно- та дигліцеридів жирних кислот**

У природі моно - і дигліцериди жирних кислот є проміжним продуктом, що утворюється при розщепленні жирів з їжі, причому, ці кислоти можуть бути як рослинного (з соєвого масла), так і тваринного походження. Моногліцериди і дигліцериди жирних кислот за своєю будовою схожі з частково засвоєним натуральним жиром, тому організм переробляє даний емульгатор, як і всі натуральні жири [14]. Моно- і дигліцериди жирних кислот виступають стабілізуючими речовинами, які сприяють збереженню та покращенню в'язкості й текстури харчових продуктів. Водночас вони виконують роль емульгаторів, забезпечуючи змішування компонентів, які зазвичай не з'єднуються, наприклад, жиру та води [2].

Синоніми: моно- та дигліцериди харчових жирних кислот(ГОСТ 32770– 2014) дистильовані моногліцериди жирних кислот, дистильовані моноацилгліцероли вищих карбонових кислот, МГД, mono- and diglycerides of edible fatty acids, monoglycerides of edible fatty acids, monodiglyceride [2].

Тип речовини: За основною технологічною функції добавка включена в групу емульгаторів. Є неіоногенні поверхнево-активною речовиною.

#### **1.3.1 Природа моно- та дигліцеридів жирних кислот**

У природі моно - і дигліцериди жирних кислот є проміжним продуктом, що утворюється при розщепленні жирів з їжі. Причому, ці кислоти можуть бути як рослинного (з соєвого масла), так і тваринного походження. Моногліцериди і дигліцериди жирних кислот за своєю будовою схожі з частково засвоєним

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
	01.05.2025	ua	16/89

натуральним жиром, тому організм переробляє даний емульгатор, як і всі натуральні жири [1].

### 1.3.2 Фізико-хімічні властивості моно- та дигліцеридів жирних кислот

Основні фізико-хімічні та органолептичні параметри моно- та дигліцеридів жирних кислот наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Показник	Характеристика
Колір	від білого до коричневого
Склад	моно- та дигліцериди жирних кислот, неомилені жири, жирні кислоти
Зовнішній вигляд	порошок, воскоподібна речовина, лусочки (гліцериди насичених кислот), масляниста рідина (ненасичені).
Запах	Відсутній
Розчинність	добре в спиртах, хлороформі, бензолі; не розчиняються у воді
Вміст основної сполуки	не менше 70%
Вкус	нейтральний

### 1.3.3 Застосування моно- та дигліцеридів жирних кислот

Моно - і дигліцериди жирних кислот найчастіше використовуються у виробництві маргаринів, морозива, майонезів, йогуртів та інших продуктів із високим вмістом жирів. Добавка також нерідко входить до складу крекерів, печива та сухариків.

Додавання 0,5% емульгатора до тіста сприяє підвищенню газоутворення, покращує термостійкість і якості клейковини. Завдяки цьому збільшується вихід готових виробів, поліпшується пористість та пружність м'якушки. Така добавка дозволяє зменшити вміст жирів у здобі й продовжити свіжість продукції. У макаронних виробках емульгатор підвищує пружність тіста та запобігає злипанню виробів під час варіння [1].

**Маргарин**, а також рослинні й тваринні жири, майонези містять добавка Е 471(з концентрацією 10г/кг), яка забезпечує необхідну текстуру,

полегшує емульгування водної фази, усуває сальний присмак і сприяє поліпшенню збивання. Цей емульгатор також запобігає розшаруванню та псуванню продуктів під час тривалого зберігання.

**У морозиві**, вершках на рослинній основі, кондитерських кремах і молочних десертах тверді моногліцериди сприяють поліпшенню консистенції та стабілізації піни.

У свою чергу, ненасичені моногліцериди, що додаються до **джемів** і варення ( у кількості 10 г/кг), перешкоджають утворенню піни.

У продуктах із **какао** та шоколаді добавка забезпечує утворення тонкодисперсних емульсій, які стійкі до розшарування. Вона також запобігає появі пористості і утворенню «посивіння».

**М'ясопереробна** галузь застосовує речовину для запобігання відшаруванню жирового шару та збереження вологості. **Кондитерська** промисловість використовує добавки у глазурованих покриттях, щоб зменшити їхню липкість і запобігти розтріскуванню [1].

Добавку використовують як **носії та наповнювач** у сумішах для захисного покриття фруктів. Її додають до жиророзчинних антиоксидантів і синтетичних барвників, щоб полегшити їх розчинення і рівномірний розподіл у продукті.

Моно- і дигліцериди дозволені для виготовлення **дитячого харчування**:

- замітники жіночого молока (4 г/л);
- молочні суміші для дітей старше 5 місяців (4 г/л);
- продукти прикорму на зерновій основі (5 г/кг), починаючи з першого року життя;
- дієтичні продукти зі зниженим вмістом білка (5 г / л), починаючи з народження.

Другий за значенням напрямом використання добавки - це виготовлення **косметичних засобів**. Більшість засобів для огляду за шкірою та волоссям, таких як креми, пінки, муси, маски, є емульсіями. Гліцериди жирних кислот забезпечують стабільну консистенцію, сприяють легкому внесенню та рівномірному розподіленню біологічно активних речовин. Вони не сприяють подразнень і не викликають алергічних реакцій. Емульгатор також використовується у складі фармацевтичних препаратів для зовнішнього застосування, таких як мазі та креми, а також у ректальних свічках. У тваринництві гліцериди жирних кислот входять до складу молочних сумішей для годування дітей, сприяючи швидкому набору ваги [1].

#### **1.3.4 Вплив моно- та дигліцеридів жирних кислот організм людини**

Моно- і дигліцериди жирних кислот природним чином утворюються як проміжний продукт під час розщеплення жирів у процесі травлення. Тому добавка, що потрапляє в організм, сприймається травною системою та переробляється так само, як і інші жири.

Через це можна стверджувати про абсолютну безпечність емульгатора. Продукт має міжнародний статус GRAS, що дозволяє його використання без жодних обмежень [38]. Добавка дозволена до застосування у всіх країнах, а допустима верхня межа споживання не встановлена.

**Важливо пам'ятати:** емульгатор в складі продуктів в кілька разів збільшує їх калорійність. Відмовитися від добавки слід людям, які мають зайву вагу, страждають захворюваннями печінки і порушенням обміну речовин.

#### **1.3.5 Основні країни-виробники моно- та дигліцеридів жирних кислот та їх упаковка**

Основні виробники:

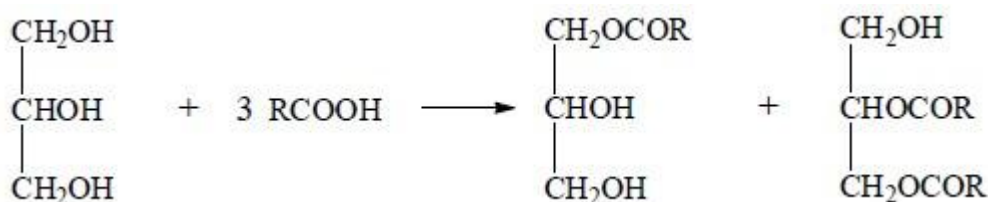
- BASF (Германія);

- Danisco (Данія);
- Kerry (NL) B.V. (Нидерланди);
- Food Industry (Великобританія);
- Verified Supplier (Китай) [1].

Упаковка: • навивні крафт-барабани або багат шарові мішки з внутрішнім вкладишем; • євробочки з поліпропілену; • алюмінієві бочки.

#### 1.4 Хімізм утворення моно- і дигліциридів жирних кислот

В основі технологій одержання емульгаторів ацилгліцеринної природи знаходяться два хімічних процеси: гліцероліз жирів (переестерифікація гліцерином) і естерифікація гліцерину високомолекулярними жирними кислотами (рисунок 1.1), що у промисловості здійснюють за температур 210...245°C.



**Рисунок 1.1** Хімізм утворення моно- і дигліциридів жирних кислот

Такі жорсткі умови зумовлюють в емульгаторах інтенсифікацію процесів термоокиснення, термолімеризації [36].

Нові технології одержання емульгаторів також мають подібні недоліки і передбачають проведення технологічного процесу за температур, не нижчих за 120 °C [3].

#### 1.5 Стан сировинної бази для виробництва

*Виробництво та ринок гліцерину у світі*

Європейський Союз, Сполучені Штати та Південно-Східна Азія виступають як лідери у виробництві гліцерину. У 2009 році загальний обсяг виробництва становить 1,7 млн тонн, тоді як попит досягнув 1,8 млн тонн. Попри те, що в об'єднаній Європі, Азії та Латинській Америці спостереігається надлишок гліцерину, то в Китай і США зіткнулися з його нестачею.

У зв'язку з цією ситуацією почали формуватися експортні регіони та країни-споживачі. Водночас був зафіксований дефіцит продукту. Однак через збільшення виробництва біодизеля в наступні роки виник профіцит гліцерину. Це стимувало науковців з різних країн почати активно шукати нових напрямів використання цієї речовини [5].

### *Стеаринова кислота ринок*

Стеаринова кислота у вигляді гліцеридів є важливою складовою твердих жирів. У промисловості її отримують зі стеарину, який виробляють із таких джерел, як тваринний жир, рапсове, бавовняне, соняшникове, кориандрове, пальмове та кокосове олії, а також вовняний жир.

Перспективним і відновлюваним джерелом сировини для виробництва стеаринової кислоти вважається таллове масло [8].

У 2007 році в Україні відбулися зміни у структурі імпорту стеаринової кислоти. Частка компаній, які постачали продукцією власного виробництва, суттєво зменшилась, і український ринок фактично опинився під контролем трейдерів [8].

Зростання попиту на стеаринову кислоту призводить до проблеми обмеженої кількості природної сировини, через що зростає інтерес до застосування синтетичних жирних кислот (СЖК), які виготовляються з нафтохімічної основи.

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
	01.05.2025	ua	21/89

В Україні за радянських часів виробництво СЖК сягало сотен тисяч тонн. Проте на початку 90-х років цехи з їх випуску майже повністю припинили роботу на всій території пострадянських країн [8].

### *Ринок моностеарату гліцерину в світі*

Сучасний ринок емульгаторів на основі ацилгліцеринів здебільшого представлений імпортною продукцією.

Для м'ясопереробної промисловості випускають МАГ дистильовані марки 1 (МГД 1); МАГ лимонікислі (МГ-ЛК).

В Україні єдиним виробником моностеарату гліцерину (МАГ), також відомого як GMS 40 (ТУ У 22942814.005-2000), є ТОВ НВП «ЕЛЕКТРОГАЗОХІМ». Це підприємство спеціалізується на виробництві емульгаторів і стабілізаційних системи, які використовуються у кондитерській, цукровій, фармацевтичній та парфюмерно-косметичній галузях. Однак компанія не в змозі задовольнити повний обсяг потреб українських підприємств у МАГ [3], що становлять близько 15 тис. т/рік. Попри широкий асортимент емульгаторів Е471, технології їх виробництва все ще мають значні недоліки. Зокрема, жорсткі умови синтезу призводять до підвищеного ризику окиснення продукту, що скорочує терміни його зберігання [4].

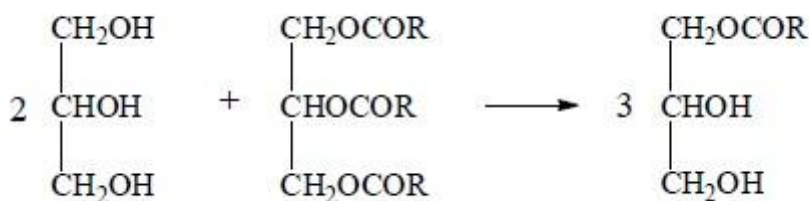
## **1.6 Аналіз існуючих технологій виробництва**

Одним із способів отримання є переестерифікація жирів за участю вільного гліцерину (рис.1.2).

За допомогою молекулярної дистиляції можна ізолювати моногліцериди та збільшити їх вміст у суміші до 90-95%.

До основних домішок відносять нейтральні жири, вільний гліцерин, вільні жирні кислоти, неомілювані жири та складні ефіри полігліцерину.

Переестерифікація сприяє підвищенню пластичності продукту, покращенню його хіміко-фізичних властивостей, таких як розчинність, стійкість до окислення та інші [6].



**Рисунок 1.2** Отримання методом переестерифікації жирів

Другий спосіб отримання моно- та дигліцеридів жирних кислот полягає в естерифікації гліцерину жирною кислотою (рис.1.1). Жирні кислоти, які застосовуються в цьому процесу, можуть включати стеаринову кислоту, пальмітінову або олеинову.

Варто зазначити, що під час обох реакцій, поряд із моногліцеридами, утворюється також певна кількість ді- і тригліцеридів. Для збільшення відносного вмісту моногліцеридів доцільно використовувати надлишок гліцерину в реакційній суміші, правильно підбирати каталізатор, регулювати температуру та забезпечувати інтенсивне перемішування.

Якість отриманого емульгатора значною мірою залежить від чистоти гліцерину, який використовують у виробництві. Саме тому доцільно застосувати дистильований динамітний гліцерин як сировину [6].

Розглянемо більш детально другий спосіб.

Технологічний процес виробництва моностеарату гліцерину методом естерифікації передбачає дослідне або паралельне виконання таких стадій:

- Прийом, зберігання і підготовка динамітного гліцерину та стеаринової кислоти;
- Змішування гліцерину та стеаринової кислоти;

- Процес естерифікації отриманої суміші;
- Випарювання води із суміші;
- Охолодження суміші;
- Відстоювання суміші;
- Сепарування суміші;
- Охолодження до стружки;
- Пакування у тару [6].

Метод отримання моно- та дигліцеридів жирних кислот включає у естерифікацію гліцерину стеариноювою кислотою.

Основна складність використання стеаринової кислоти полягає в її агрегатному стані, оскільки вона є порошкоподібною. Для забезпечення кращої взаємодії з гліцерином її необхідно попередньо розплавити. На етапі підготовки стеаринова кислота розплавляється при температурі 69-70°C із постійним перемішуванням, що запобігає утворенню грудок. Після розплавлення кислота транспортується насосом у пластинчастий теплообмінник для додаткового нагрівання, а потім направляється у струменевий змішувач.

Підготовка гліцерину передбачає його перемішування, що забезпечує рівномірність маси, запобігає утворенню грудок і покращує реакційну здатність. Після цього гліцерин за допомогою насоса проходить через пластинчастий теплообмінник для нагрівання й подається до струменевого змішувача, де відбувається його змішування зі стеариноювою кислотою[6].

Суміш із змішувача потрапляє в естерифікатор, де здійснюється реакція естерифікації. Процес проходить за температури 210-220°C з інтенсивним перемішуванням до повного завершення, яке контролюється за кислотним числом. Реакція протікає в середовищі вуглекислого газу, узоту або під вакуумом.

Для видалення води, що утворюється в ході реакції, та прискорення процесу, реакційну суміш з етерифікатора безперервно подають насосом через підігрівач у випарний апарат. З випарного апарату суміш тонким шаром стікає по тарілках або трубам і повертається до етерифікатора. Водяна пара, утворена на тарілках випарного апарату, а також частково захоплена пара гліцерину проходять через краплевловлювач, конденсуються у холодильнику та накопичуються у вакуум-збірнику.

Передбачена опція відключення випарного апарата. У такому випадку пара води разом із захопленою парою гліцерину спрямовується до краплевловлювача. Там гліцерин стікає в вакуумний збірник, а пара води з невеликими домішками гліцерину конденсується в холодильнику та потрапляє до іншого вакуумного збірника.

Після завершення естерифікаційного процесу емульгатор подається насосом у теплообмінник, де охолоджується до 90...95°C, після чого відправляється до тарілчастого відстійника безперервної дії або відцентрованого сепаратора. Там відбувається відділення непрореанованого гліцерину, який збирається у відповідний резервуар для подальшого повернення в процес виробництва[6].

Охолоджений емульгатор зливається в збірник, звідки насосом подається до холодильного барабану. У результаті його охолоджують до стану стружки. Такий емульгатор є готовим товарним продуктом і упаковується у спеціальну тару[6].

Удосконалення технології виробництва емульгатора досягається шляхом введення фосфатидного концентрату до складу моно- та дигліцеридів жирних кислот на заключному етапі процесу [6]. Отриманий емульгатор є сумішшю та фосфатидів із такими перевагами:

- присутність останніх сприяє утримуванию вологи при підвищених температурах;

- запобігає розбризкуванню за рахунок здатності переходити в присутності води в гідратну форму;

На основі здійсненого аналітичного огляду науково-технічної літератури встановлено, що гліцерин і стеаринова кислота є багатообіцяючою сировиною для виробництва емульгатора. Крім того, додавання фосфатидного концентрату до моно- та дигліцеридів жирних кислот дає змогу створити харчову добавку з розширеними технологічними характеристиками.

## РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика вхідної сировини для виробництва моно- та дигліцеридів жирних кислот

Основними сировинними матеріалами для отримання моно- та дигліцеридів жирних кислот є два ключові компоненти: дистильований гліцерин ( $C_3H_5(OH)_3$ ) та стеаринова кислота ( $C_{17}H_{35}COOH$ ). Для виробництва емульгатора E471 також використовують пальмітинову кислоту ( $C_{15}H_{31}COOH$ ) [8].

Гліцерин являє собою сиропоподібну рідину, яка є липкою на дотик, має солодкий смак, прозора, безбарвна або майже безбарвна, і немає запаху. Він дуже гігроскопічний, поглинаючи вологу з повітря (до 40% за масою). Серед його властивостей:  $T_{пл} = 17,9\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_{кип} = 290\text{ }^\circ\text{C}$  (з незначним розкладанням). Гліцерин змішується з водою, етанолом та метанолом у будь-яких пропорціях. Водночас він має слабку розчинність в ацетоні та етилацетоні (1:11) і практично не розчиняється в етері (1:500), хлороформі та жирних оліях [9].

Гліцерин в залежності від якісних показників випускають чотирьох сортів:

1. динамітний;
2. вищого сорту;
3. першого сорту;
4. другого сорту [7].

На якість емульгатора суттєво впливає чистота гліцерину, який використовується у виробництві. Тому як сировину слід застосувати **дистильований динамітний гліцерин.**

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа Підприємство	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.031.КР.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 01.05.2025	Мова ua	Аркуш 27/89

Таблиця 2.1

## Основні органолептичні показники гліцерину дистилюваного динамітного

Показники	Гліцерин динамітний
Колір	Безбарвний, або слабо жовтий
Прозорість	Прозорий
Запах	Відсутність неприємного запаху при нагріванні до 100°C

Таблиця 2.2

## Основні фізико хімічні показники гліцерину динамітного

Показники	Гліцерин динамітний
Вміст чистого гліцерину,%	98
Вміст золи,% не більше	0,15
Вміст органічного залишку,% не більше	0,10
Відновні речовини	Відсутні
Вміст жирних кислот	Відсутні
Реакція в мл. 0,1н розчину HCl чи KOH, не більше	1,5

Виробник мусить гарантувати відповідність виготовленого гліцерину вимогам цього стандарту та супроводжувати кожну партію гліцерину документами встановленої форми, що засвідчує його якість [7].

Дистилюваний гліцерин другого сорту та динамітний перевозять і зберігають в чистих сухих залізних оцинкованих бочках скляних бутлях чи в чистих сухих залізничних цистернах. Залізні бочки повинні бути міцно закриті пробками з прокладками з чистою нефарбованою тканиною. Дозволяється перевезення гліцерину другого сорту і динамітного в залізних неоцинкованих бочках. На кожній цистерні, бутлі і бочці мусить бути пломба [7].

Стеаринова кислота є хімічною речовиною, яка утворює білі кристали, нерозчинні у воді, але розчинні у діетиловому ефірі. У вигляді вона представлена як порошок, пластівці або лусочки білого кольору з кремовим відтінком.

Ця сполука не має запаху, є хімічно стабільною під час зберігання, а також характеризується нетоксичністю та нешкідливістю для здоров'я.

Властивості стеаринової кислоти включають температуру плавлення -  $69,6^{\circ}\text{C}$ , температуру кипіння -  $376,1^{\circ}\text{C}$ . Вона є однією зі складових жирів та масел. У промисловості найбільш поширеним методом отримання стеаринової кислоти є витяг її з стеарину - продукту гідролізу жирів при виробництві мила. Солі та ефіри стеаринової кислоти мають назву стеарати[8].

Якість стеаринової кислоти (стеарину) визначається наступними фізико-хімічними показниками ГОСТ 6484-96 (в залежності від сорту):

- Прозорість: прозора;
- Механічні домішки: відсутність;
- Йодне число, не більше: 3-32 т J2/100г;
- Кислотне число: 192-210 мт КОН/г;
- Число омилення: 194-213 мт КОН/г;
- Масова частка неомиляемих речовин, не більше: 0,5-0,7%;
- Масова частка вологи, не більше: 0,2%;
- Масова частка золи, не більше: 0,02%.

Відповідно до зазначених параметрів, стеаринову кислоту класифікують на технічну та очищену.

Вимоги безпеки до використання стеаринової кислоти:

- Технічна стеаринова кислота - горючий продукт, нетоксичний;

- Температура спалаху у відкритому тиглі - 195°C; -  
Температура самозаймання - 320°C [26].

Використання відкритого вогню в місцях зберігання стеаринової кислоти або при виконанні робіт із нею суворо заборонено. Для пожежогасіння рекомендується застосувати розпилену воду або пінний засіб[8].

Фосфатидні концентрати представляють собою складну й важливу групу полярних ліпідів із широким спектром застосування. Цей продукт, який має текучу консистенцію, активно використовується в харчовій і кормовій промисловості. У сільському господарстві та хімічній індустрії він служить ефективним джерелом енергії та ненасичених жирних кислот у складні комбікормів[9].

#### *Концентрат фосфатидний соняшниковий*

Основні фізико-хімічні показники концентрату фосфатидного соняшникового наведено в табл.2.3.

Таблиця 2.3

#### **Фізико-хімічні показники концентрату фосфатидного соняшникового**

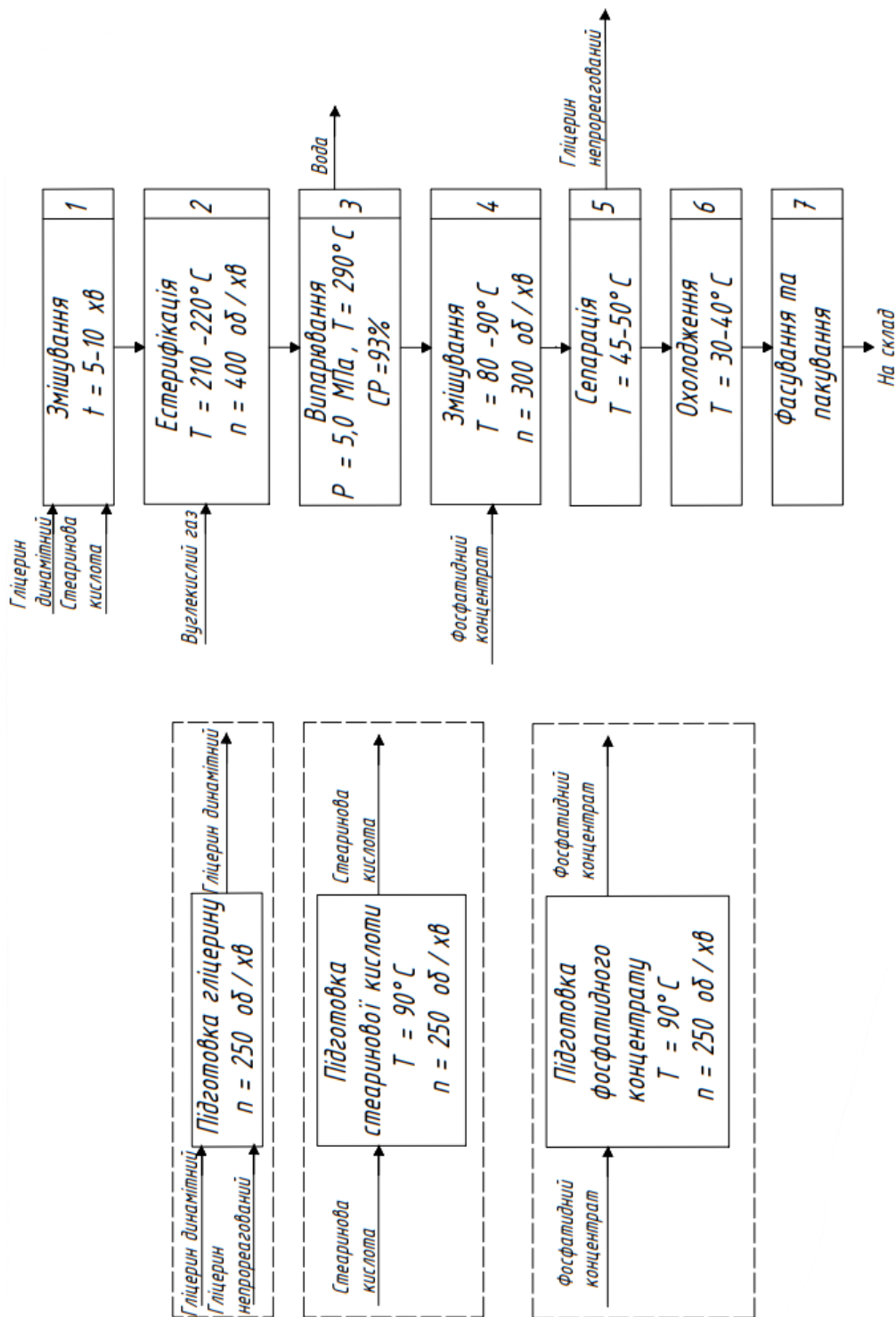
[9]

<b>Характеристики</b>	<b>Значення</b>
Запах	-
Кольорове число,по Гардену)	Не більше 8
Масова частки вологи	Не більше 1
Масова частка фосфатидів	Не менше 62
Масова частка олії	Не більше 38
Кислотне число, мг КОН/г	Не більше 18
Перекисне число, ммоль/кг	Не більше 10

## 2.2 Принципова технологічна схема та її опис

Технологія виробництва моностеарату гліцерину методом естерифікації полягає в послідовній реалізації наступних технологічних стадій та введення додаткових стадій, і додаткового обладнання (рис 2.1).

- Прийом, зберігання та підготовка динамітного гліцерину та стеаринової кислоти;
- Змішування гліцерину та стеаринової кислоти;
- Процес естерифікації суміші;
- Випарювання води із суміші;
- Охолодження суміші;
- Відстоювання суміші;
- Сепарування суміші;
- Додавання фосфатидного концентрату;
- Охолодження суміші; • Пакування у тару [6].



**Рисунок 2.1** Принципова технологічна схема виробництва моностеарату гліцерину

Підготовка стеаринової кислоти полягає в її розплавленні тому, що вона за агрегатним станом – порошкоподібна. Для цього стеаринову кислоту нагрівають в ємності до температури 90°C (70°C - температура плавлення), постійно перемішуючи, при частоті обертання перемішувача

пристрою 250 об/хв, для рівномірного нагріву. Після чого можна далі подавати стеаринову кислоту на наступну стадію - змішування.

Підготовка гліцерину полягає в постійному перемішуванні при частоті обертання перемішуючого пристрою 250 об/хв, задля запобігання грудкуванню та кращої реакційної здатності. Після чого можна далі подавати гліцерин на наступну стадію – змішування [6].

Змішування стеаринової кислоти та гліцерину здійснюється в струменевому змішувачі, до якого сировина надходить вже підігріта теплообмінниками. Перемішування в такому змішувачі здійснюється за допомогою поданих під тиском струменів гліцерину та кислоти. Змішування проводять від 5хв до 10хв. В результаті процесу отримуємо однорідну гомогенну суміш. Після чого суміш подається до етерифікатора на естерифікацію.

Після змішування гліцерину та стеаринової кислоти у струменевому змішувачі суміш подається до етерифікатора. Реакція естерифікації протікає при температурі 210 – 220°C і інтенсивному перемішуванні, при частоті обертання перемішуючого пристрою 400 об/хв до закінчення процесу, яке визначається за кислотним числом. Процес протікає в середовищі вуглекислого газу або азоту. Під час естерифікації через високі температури утворюється велика кількість води.

Після естерифікації суміш подається на охолодження [6].

Під час естерифікації через високі температури, у ємності утворюється велика кількість води, для її видалення, і тим самим для прискорення процесу

В результаті цієї стадії ми отримуємо велику кількість пари, яка відводиться через трубопровід до холодильника на конденсацію, а також суміш, яка циркулює від етерифікатора до випарки до кінця стадії естерифікації..

Передбачається також можливість відключення випарного апарата. В такому випадку пара води і захоплена нею пара гліцерину поступають в краплевловлювач, звідки гліцерин стікає у вакуум-збірник, а пара води з невеликими домішками гліцерину конденсується в холодильнику і стікає в другий вакуум-збірник [6].

Після закінчення процесу естерифікації емульгатор подається насосом в теплообмінник для охолодження до 90...95°C. Охолодження проводиться з метою зменшення високої температури, до температури за якою можна буде подати суміш на наступні стадії. В результаті отримуємо охолоджену суміш моностеарату гліцерину. Після чого емульгатор подається на відстійник безперервної дії або на відцентровий сепаратор для виділення непрореагованого гліцерину.

Після охолодження суміш моностеарату гліцерину подається на відстоювання до відстійника безперервної дії, задля розділення на дві фази, емульгатор та непрореагований гліцерин. Відстійник являє собою горизонтальний резервуар, усередині якого проти вхідного штуцера встановлена перфорована відбійна перегородка. Вона служить для запобігання збуренням рідини струменем емульсії, що надходить. Легка рідка фаза (емульгатор) видаляється з апарату по трубопроводу до збірника, важка(непрореагований гліцерин) — по трубопроводу повертається на виробництво. В результаті стадії відстоювання отримуємо чисту суміш емульгатора та 75% непрореагованого гліцерину від всієї кількості непрореагованого гліцерину [6].

Стадія сепарування призначена для розділення емульгатора на фракції з різною густиною, в результаті отримуємо чистий емульгатор та певну кількість непрореагованого гліцерину. Легка рідка фаза (емульгатор) видаляється з апарату по трубопроводу до збірника, важка (непрореагований гліцерин) — по трубопроводу повертається на виробництво.

В результаті стадії відстоювання отримуємо чисту суміш емульгатора, та

25% непрореагованого гліцерину від всієї кількості непрореагованого гліцерину

[6].

Стадія змішування призначена для поєднання суміші моностеарату гліцерину та фосфатидного концентрату. В збірник з сепарованим емульгатором подають фосфатидний концентрат із ємності. Суміш при температурі 80...90°C перемішують при частоті обертання перемішуючого пристрою 300 об/хв і подають на охолодження. В результаті стадії змішування отримуємо напівфабрикат емульгатора E471 з введеним в його склад фосфатидним концентратом.

Охолодження емульгатора проводиться з метою зменшення високої температури до температури за якою можна буде подати на пакування.

Після закінчення стадії додавання фосфатидного концентрату емульгатор подається насосом в теплообмінник для охолодження до 30...40°C.

В результаті цієї стадії отримуємо охолоджений емульгатор до 30...40°C, який є готовим продуктом може подаватись на пакування.

Готовий емульгатор зливають у пластикову тару об'ємом 25 літрів. В результаті цієї стадії отримуємо запакований емульгатор, який готовий до продажу [6].

### 2.3 Матеріальний розрахунок

В основу будь-якого технохімічного розрахунку покладено два основних закони: закон збереження маси речовини і закон збереження енергії. На першому з цих законів базується весь матеріальний розрахунок.

Закон збереження мас речовин полягає в тому, що у всякій замкнутій системі маса речовини залишається постійною, незалежно від того, які зміни зазнають речовини в цій системі. Стосовно розрахунку матеріального балансу будь-якого процесу виробництва цей закон приймає наступне просте формулювання: маса вихідних продуктів процесу повинна

бути дорівнює масі його кінцевих продуктів. Під час розрахунку матеріального балансу процесу, необхідно враховувати масу кожного компонента, що надходить в даний апарат (прихід) і масу кожного компонента, що минає з апарату (витрата). Сума приходу компонентів повинна дорівнювати сумі витрат, незалежно від складу продукту при вході і виході, тобто незалежно від того, яким змінам вони піддалися в даному апараті [10].

Вихідні дані:

Продуктивність = 1000 кг вихідної сировини /добу;

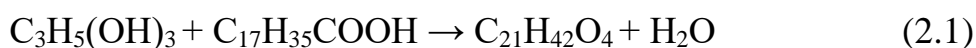
$M[C_3H_5(OH)_3] = 92 \text{ г/моль};$

$M(C_{17}H_{35}COOH) = 284,48 \text{ г/моль};$

$M(C_{21}H_{42}O_4) = 358,56$

$\text{г/моль}; M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}.$

*Естерифікація гліцерину стеариною кислотою*



Примітка: розрахунок проводять на 100 г сировини , потім перераховують на 1000кг.

*Визначення кількості речовини гліцерину*

$m(\text{гліц.})$

$N(\text{гліц.}) = \underline{\hspace{2cm}}$

$M(\text{гліц.})$

26,2 г

$N(\text{гліц.}) = \frac{\hspace{2cm}}{92} \text{ г/моль} = 0,2848 \text{ (моль)}$

92

*Визначення кількості речовини стеаринової кислоти*

$m(\text{стеар.к.})$

$N(\text{гліц.}) = \underline{\hspace{2cm}}$

$M(\text{стеар.к.})$

73,8 г

$$N(\text{стеар.к.}) = \frac{73,8}{284,48} \text{ г/моль} = 0,2594 \text{ (моль)}$$

Таблиця 2.5

**Кількість утворених компонентів під час виробництва компонентів**

Компонент	кг
Вода	31,1296
Непрореагований гліцерин	15,5795

*Визначення втрат на стадії підготовка сировини та транспортування*

$$W_{\text{втрат}}(\text{гліцерину}) = 1 \%$$

$$m(\text{гліцерину}) = 174,99 - 174,99 \cdot 0,01 = 173,2401 \text{ кг};$$

$$W_{\text{втрат}}(\text{стеар.кисл.}) = 1 \%$$

$$m(\text{стеар.кисл.}) = 491,71 - 491,71 \cdot 0,01 = 486,7929 \text{ кг}$$

$$m(\text{відходів}) = (174,99 - 173,2401) + (491,71 - 486,7929) = 6,667 \text{ кг}$$

Таблиця 2.6

**Матеріальний баланс на стадії підготовка сировини та транспортування [39]**

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
	01.05.2025	ua	37/89

$C_3H_5(OH)_3$	174,99	$C_3H_5(OH)_3$	173,2401
$C_{17}H_{35}COOH$	491,71	$C_{17}H_{35}COOH$	486,7929
		Відходи	6,667
<b>Всього:</b>	<b>666,7</b>	<b>Всього:</b>	<b>666,7</b>

*Змішування  $C_3H_5(OH)_3$  та  $C_{17}H_{35}COOH$*

$$W_{\text{втраг}}(\text{гліцерину}) = 0,25 \%$$

$$m(\text{гліцерину}) = 173,2401 - 173,2401 \cdot 0,0025 = 172,858972 \text{ кг}$$

$$W_{\text{втраг}}(\text{стеар.кисл.}) = 0,25 \%$$

$$m(\text{стеар. кисл.}) = 486,7929 - 486,7929 \cdot 0,0025 = 485,575918 \text{ кг}$$

$$m(\text{суміші}) = 172,858972 + 485,575918 = 658,43489 \text{ кг}$$

$$m(\text{відходів}) = (173,2401 - 172,858972) + (486,7929 - 485,575918) = 1,59811 \text{ кг}$$

Таблиця 2.7

**Матеріальний баланс на стадії змішування  $C_3H_5(OH)_3$  та  $C_{17}H_{35}COOH$**

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
$C_3H_5(OH)_3$	173,2401	$C_{21}H_{42}O_4$	658,43489
$C_{17}H_{35}COOH$	486,7929		
		Відходи	1,59811
<b>Всього:</b>	<b>660,033</b>	<b>Всього:</b>	<b>660,033</b>

*Стадія естерифікації та випарювання*

ННІХТ ХТ-4-14.025.161.032 КР ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		01.05.2025	ua	38/89

З рівняння реакції (2.1) виходить, що на стадії естерифікації та випарювання кількість води  $m = 31,1296$  (кг)

$$W_{\text{втраг}}(\text{моностеар.}) = 2 \%$$

$$m(\text{моностеар.}) = [(658,43489 - m(\text{H}_2\text{O})) - 658,43489 \cdot 0,02] = 614,136592 \text{ кг}$$

$$m(\text{відходів}) = 658,43489 - 614,136592 - 31,1296 = 13,168698 \text{ кг}$$

Таблиця 2.8

**Матеріальний баланс на стадії естерифікації та випарювання**

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	658,43489	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	614,136592
		H <sub>2</sub> O	31,1296
		Відходи	13,168698
<b>Всього:</b>	<b>658, 43489</b>	<b>Всього:</b>	<b>658, 43489</b>

*Стадія охолодження(C<sub>21</sub>H<sub>42</sub>O<sub>4</sub>)*

$$W_{\text{втраг}}(\text{моностеар.}) = 1 \%$$

$$m(\text{моностеар.}) = 614,136592 - 614,136592 \cdot 0,01 = 607,995226 \text{ кг}$$

$$m(\text{відходів}) = 614,136592 - 607,995226 = 6,141366 \text{ кг}$$

Таблиця 2.9

**Матеріальний баланс на стадії охолодження(C<sub>21</sub>H<sub>42</sub>O<sub>4</sub>)**

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	614,136592	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	607,995226

		Відходи	6,141366
<b>Всього:</b>	<b>614, 136592</b>	<b>Всього:</b>	<b>614,136592</b>

*Стадія відстоювання (C<sub>21</sub>H<sub>42</sub>O<sub>4</sub>)*

На підставі проведеного розрахунку встановлено, що на стадії відстоювання утворюється непрореагований гліцерин маса якого  $m=15.5795\text{кг}$ , але відокремлення непрореагованого гліцерину відбувається не тільки на цій стадії, а також на стадії сепарування, тому беремо 25% від  $m=15.5795\text{кг}$ .

$$W_{\text{втрат}}(\text{моностеар.}) = 1 \%$$

$$m(\text{непрор.гліц}) = 15,5795 - 15,5795 \cdot 0,75 = 3,894875 \text{ кг}$$

$$m(\text{моностеар.}) = [(607,995226 - m(\text{непрор.гліц})) - 607,995226 \cdot 0,01] \\ = 598,020399 \text{ кг}$$

$$m(\text{відходів}) = 607,995226 - 607,995226 \cdot 0,01 = 6,07995226 \text{ кг}$$

Таблиця 2.10

**Матеріальний баланс на стадії відстоювання (C<sub>21</sub>H<sub>42</sub>O<sub>4</sub>)**

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	607,995226	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	598,020399
		Непрор.гліцерин	3,894875
		Відходи	6,07995226
<b>Всього:</b>	<b>607, 995226</b>	<b>Всього:</b>	<b>607,995226</b>

*Стадія сепарування (C<sub>21</sub>H<sub>42</sub>O<sub>4</sub>)*

На підставі проведеного розрахунку встановлено, що на стадії відстоювання утворюється непрореагований гліцерин, якого після стадії відстоювання залишилось 75%, а це  $m=11,684625$  кг;  $m(\text{непрор. гліц}) = 15,5795 - 3,894875 = 11,684625$  кг  $W_{\text{втрат}}(\text{моностеар.}) = 1,5\% m(\text{моностеар.}) = [(598,020399 - m(\text{непрор. гліц})) - 598,020399 \cdot 0,015] = 577,365468$  кг  $m(\text{відходів}) = 598,020399 - 598,020399 \cdot 0,015 = 8,97030599$  кг

Таблиця 2.11

Матеріальний баланс на стадії сепарування (С21Н42О4)

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
С21Н42О4	598,020399	С21Н42О4	577,365468
		Непрор.гліцерин	11,684625
		Відходи	8,97030599
<b>Всього:</b>	<b>598, 020399</b>	<b>Всього:</b>	<b>598, 020399</b>

Стадія нагрівання фосфатидного концентрату

$W_{\text{втрат}}(\text{фосф. конц}) = 1,0\% m(\text{фосф. конц}) = 333,3 - 333,3 \cdot 0,01 = 329,967$  кг  
 $m(\text{відходів}) = 333,3 - 329,967 = 3,333$ кг

Таблиця 2.12 Матеріальний баланс на стадії нагрівання фосфатидного концентрату

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Фосф.концентрат	333,3	Фосф.концентрат	329,967
		Відходи	3,333
<b>Всього:</b>	<b>333, 3</b>	<b>Всього:</b>	<b>333, 3</b>

Стадія додавання фосфатидного концентрату до моностеарату

$m(\text{суміші}) = m(\text{моностеарату}) + m(\text{фосф. концентр}) = 577,365468 + 329,967 = 907,332468$  кг

$W_{\text{втрат}}(\text{суміші}) = 1,0\%$

$$m(\text{суміші}) = 907,332468 - 907,332468 \cdot 0,01 = 898,25914$$

$$m(\text{відходів}) = 9.07332468 \text{ кг}$$

Таблиця 2.13

**Матеріальний баланс на стадії додавання фосфатидного  
концентрату до моностеарату**

Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Фосф.концентрат	329,967	Емульгатор	898,25914
Моностеарат	577,365468	Відходи	9.07332468
<b>Всього:</b>	<b>907,332468</b>	<b>Всього:</b>	<b>907,332468</b>

*Стадія охолодження емульгатора*

$$W_{\text{втрат}}(\text{емульгат.}) = 1 \%$$

$$m(\text{емульгат.}) = 898,25914 - 898,25914 \cdot 0,01 = 889.2765486 \text{ кг}$$

$$m(\text{відходів}) = 898,25914 - 889.2765486 = 8.9825914 \text{ кг}$$

Таблиця 2.14

**Матеріальний баланс на стадії охолодження**

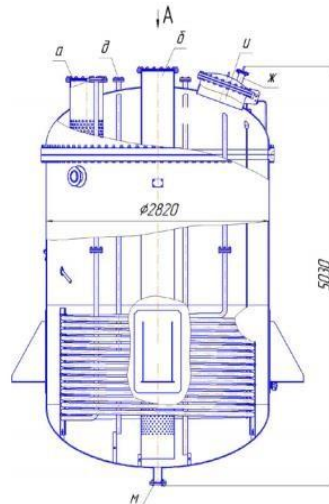
Прихід		Вихід	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Емульгатор	898,25914	Емульгатор	889.2765486
		Відходи	8.9825914
<b>Всього:</b>	<b>898, 25914</b>	<b>Всього:</b>	<b>898, 25914</b>

## 2.4 Підбір технологічного обладнання

Основою для підбору устаткування є:

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

Підбір устаткування проводиться залежно від виду сировини, що переробляється та заданої продуктивності підприємства, виходячи із розрахунків матеріального балансу [27]. Етерифікатор Реакція естерифікації протікає в етерифікаторі при температурі 210...220°C і інтенсивному перемішуванні при частоті обертання перемішуючого пристрою 1000 об/хв до закінчення процесу,



яке визначається за кислотним числом. Процес протікає в середовищі вуглекислого газу, азоту або під вакуумом.

Рисунок 2.2 Куб-етерифікатор

Таблиця 2.15

Технічні характеристики етерифікатора

Характеристика	Значення
Площа поверхності теплообміну, м <sup>2</sup>	20
Робочий тиск, МПа(кгс/см <sup>2</sup> )	0,8
Максимально допустима робоча температура стінок, град.	200

Мінімально допустима робоча температура стінок, град.	-20
Ємність, 25м <sup>3</sup>	25
Продуктивність по етерифікованій суміші, кг/ч	3230
Основний матеріал	Титан BT1-0
Маса апарату, кг	3260

### *Сепаратор Г9-ОСПЗП*

З метою повнішого відокремлення непрореагованого гліцерину від емульгатора використовують відцентровий сепаратор. У сепаратори такого типу суміш підводиться тангенціально, внаслідок чого вона закручується і краплі рідини частково відкидаються відцентровою силою на стінки апарата і стікають униз [12]. Конструкція сепаратора (рис 2.3) включає станину з приводом барабана, приймально-відводний пристрій і кришку. Дана модель є напівзакритою. Вивантаження осаду – вручну. Через приймально-відводний пристрій емульгатор подається в барабан, заповнюючи міжтарілочний простір, де розділяється.

Домішки осідають, створюючи щільний шар на внутрішній стінці барабана, під дією відцентрової сили. Виведення продукту виконується під тиском за допомогою напірного диска. Сепаратор має манометр і дросель для регулювання виведення продукту. Матеріал приймально-відводного пристрою, та барабана - нержавіюча сталь, станини - чавун, кришки - алюмінієвий сплав [29].

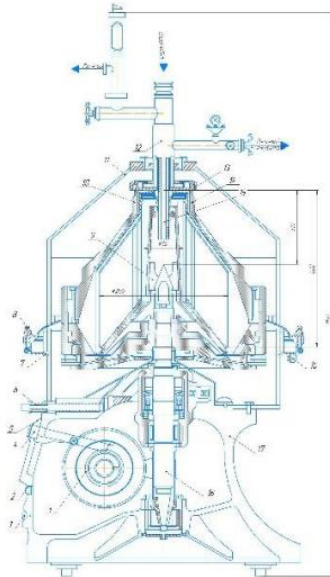


Рисунок 2.3 Сепаратор Г9-ОСПЗП

Таблиця 2.16

Технічні характеристики Сепаратор Г9-ОСПЗП

Характеристика	Значення
Продуктивність, л/год	3000
Тривалість безперервної роботи сепаратора між розвантаженням, год	2,0
Температура сепарування, не менше, °С	40
Частота обертання барабана, об/хв	6500
Потужність двигуна, кВт	4
Маса нетто, кг	408
Маса брутто, кг	464
Довжина, мм	840
Ширина, мм	628
Висота, мм	1198

Відстійник

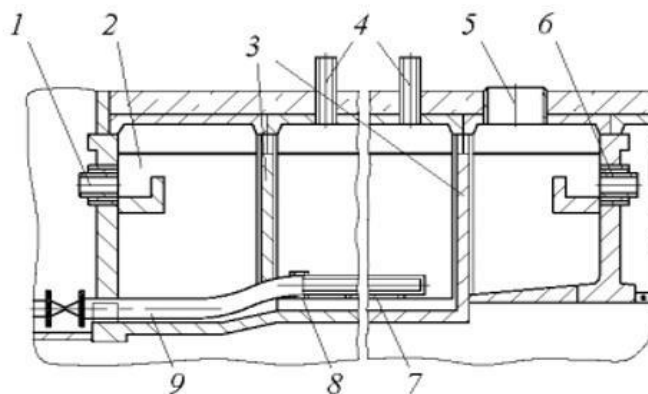
Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш

Суспензії відстоюються в апаратах, які називаються відстійниками.



Залежно від характеру процесу розрізняють відстійники періодичної, безперервної і напівбезперервної дії.

Рисуно. 2.4 Горизонтальний відстійник

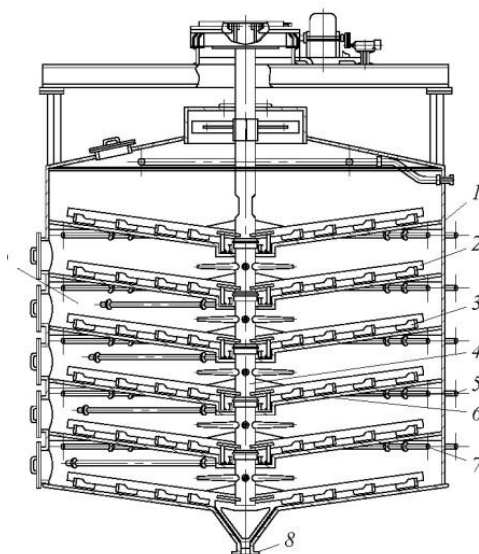


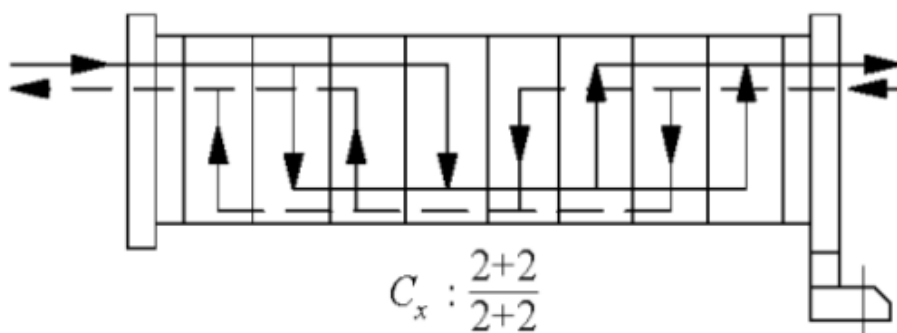
Рисунок. 2.5 Багатоярусний відстійник

Вертикальні багатоярусні відстійники (рис.2.8) широко застосовують у промисловості. Вони мають вертикальний циліндричний корпус 1, розділений конічними перегородками 6, зі збірниками на 5-7 секцій. У центрі відстійника обертається вал 4, виконаний із відрізків з'єднаних одна з одною труб. У верхній частині вал муфтою з'єднаний з електродвигуном через клинопасову передачу і редуктор. У приймальну камеру кожної секції по трубах 7 подається суспензія, яка проходить у відстійну камеру 9. Тут від неї відділяється прояснена рідина декантат), яка через патрубки 5 надходить у два кільцевих

збірники і по іншому патрубку виходить із відстійника з декантату, і піни водводяться з верхніх частин секцій [11].

### Пластинчастий теплообмінник

У пластинчастих теплообмінниках поверхня теплообміну утворена набором тонких штампованих гофрованих пластин (рис.2.9). Ці апарати можуть бути розбірними, напів-розбірними і нерозбірними. У харчовій промисловості використовують переважно розбірні теплообмінники для нагрівання або



охолодження рідких середовищ. Останім часом поширені також пластинчасті випарники [11].

Рисунок 2.6 Приклад компонування пластин(симетрична двопакетна схема)

Таблиця 2.17

### Основні технічні параметри пластинчастого теплообмінника

№	Характеристика	Значення
1	2	3
1	Робоче середовище	вода, пар
2	Мін робоча температура, °С	-10
4	Мах робоча температура, °С	180
4	Мах число пластин (NP)	30
5	Маса, кг	30-80
6	Теплообмінна поверхня	сталь X18H10T
7	Поверхня теплопередачі пластини, м2	0,5

8	Еквівалентний діаметр міжпластинчастого простору, м	0,008
9	Площа поперечного перерізу каналу, м <sup>2</sup>	0,0018
10	Приведена довжина каналу, м	1,15
11	Діаметр бокового отвору, м	0,15
12	Товщина пластини, м	0,001
13	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки, Вт/(м · К)	17,5

### *Краплевловлювач 2Н ТЕР 130*

Краплевловлювачі використовують для конденсації утвореної пари під час виробництва. Конденсацією називають процес перетворення пари(газу) в рідкий стан. Зрідження пари відбувається під час її охолодження, а газу- стиснення з наступним охолодженням.

Переваги:

- Мінімальний перепад тиску;
- Висока ефективність сепарації;
- Стійкість до високих температур та УФ променів;
- Висока механічна міцність;
- Виготовлений з екологічно чистого матеріалу.

Таблиця 2.18

### **Основні технічні параметри краплевловлювача 2Н ТЕР 130**

Характеристика	Значення
Довжина, мм	2400
Ширина, мм	610

Висота, мм	130
Вага, кг/м <sup>2</sup>	6
Температура експлуатації, °С	-10/+80
Макс. швидкість повітря, м/с	4,5
Матеріал	Поліпропілен

## 2.5 Розрахунок сепаратора

Вихідні дані: продуктивність сепаратора  $\Pi = 3000$  , або  $8,3 \cdot 10$  год  
с кутова швидкість барабана  $w = 600$  рад/с; зовнішній та внутрішній радіуси тарілок відповідно  $R_6 = 0,2$  м і  $R_M = 0,065$  м; максимальний радіус диска  $R_d = 0,080$  м; радіус барабана  $R_6 = 0,3$  м, об'єм забрудненого простору  $V = 5,2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; маса барабана  $M_6 = 84$  кг; відстань від верхнього підшипника до центра тяжіння  $s = 0,33$ м; відстань між верхнім і нижнім підшипниками  $l = 0,6$  м; маса обертальних частин сепаратора із сепарованою рідиною  $M = 110$  кг [11].

### Розмір жирових кульок, м:

$$d = \frac{1}{0,04} + 0,5 = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

(2.1) де  $m=1,75$  масова частка непрореагованного гліцерину в емульгаторі, % **Тривалість безперервної роботи сепаратора між розвантаженням:**

$$\tau = \frac{100 \cdot V}{\Pi_d(a_1=a_2)}; \quad (2.2)$$

$$\tau = \frac{100 \cdot 5,2 \cdot 10^{-3}}{3000 (0,004 - 0,001)} = 2 \text{ год.}$$

**Критичну кутову швидкість, за якої руйнується вал, розраховуємо:**

$$w_{кр} = \frac{l}{\sqrt{\frac{K}{M_6}}} \quad (2.3)$$

$$l=c \quad ;$$

$$w_{кр} = \frac{0,6}{0,6 - 0,33} \sqrt{\frac{9,5 \cdot 10^5}{84}} = 209 \text{ рад / с;}$$

де К- сила, що призводить до прогину вала на 1м , для сепаратора, міцно зачепленого ( без амортизатора) верхнім радіальним підшипником , Н/м;

$$K = \frac{2^3 (cEI + l)}{\epsilon} \quad (2.4)$$

$$K = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1,28 \cdot 10^{-7}}{0,33^2 (0,33 + 0,6)} = 9,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м;}$$

де Е- модуль пружності матеріалу вала, Н/м<sup>2</sup>( для сталі Е = 2· 10<sup>11</sup>); І-

момент інерції перерізу вертикального вала, м<sup>4</sup>,

$$I = 0,05 d_B^4 = 1,28 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4 \quad (2.5)$$

**Потужність електродвигуна сепаратора N**, що працює в усталеному режимі, кВт,

$$N = 1,2 \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_{пр}} \quad (2.6)$$

$\eta_{пр}$

$$N = 1,2 \frac{2,0 + 0,7 + 0,6}{0,95} = 4,0 \text{ кВт}$$

де  $\eta_{пр} = 0,92 \dots 0,95$ - ККД приводу, **N<sub>1</sub>-потужність, що витрачається на надання рідини, яка викидається із сепаратора, надлишкового тиску, кВт;**

$$N_1 = 1000 \frac{\pi \cdot p \eta_{н.д}}{5} ; \quad (2.7)$$

$$N_1 = \frac{3000 \cdot 2,0 \cdot 10}{1000 \cdot 0,3} = 2,0 \quad N \text{ кВт}$$

де  $p=(2,0 \dots 2,5)10^5$ - тиск рідини на виході, Па;  $\eta_{н.д}= 0,3$  – ККД напірного диска,  $N_2$ - потужність, що витрачається на подолання сил тертя барабана об повітря,кВт,

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{п} \cdot F \cdot w_6^3; \quad (2.8)$$

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,23 \cdot 0,23 \cdot 150,72^3 = 0,7 \text{кВт}$$

де  $\rho_{п} = 1,23$ - густина повітря, кг/м<sup>3</sup>; **F**- загальна площа поверхні тертя барабана , м<sup>2</sup>;

$$F = \pi(R_6^2 - R_M^2) \cdot R_6 Z; \quad (2.9)$$

$$F = + 0,4 \cdot 10 \cos \alpha$$

$$F = \frac{3,14(0,2^2 - 0,06^2) + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 130 = 0,23 \text{ м}^2}{\cos 60}$$

$w_6$  – колова швидкість барабана, м/с;

$$w_6 = \pi \frac{R_6}{30}; \quad (2.10)$$

$$w_6 = \frac{3,14 \cdot 4800 \cdot 0,3}{30} = 150,72 \text{ м/с}$$

$$N_3 = 10^{-3} \lambda M g w_B; \quad (2.11)$$

$$N_3 = 10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 110 \cdot 9,81 \cdot 10 = 0,6 \text{ кВт}$$

де  $\lambda = 0,03$  - коефіцієнт тертя для кулькових підшипників;  $w_B$  - лінійна

$$w_B = \frac{\pi n d_B}{60};$$
$$w_B = \frac{3,14 \cdot 4800 \cdot 0,04}{60} = 10 \text{ м/с}$$

швидкість вала, м/с,

(2.12)

де  $d_B$  – діаметр вала, м. [11].

## 2.6 Тепловий розрахунок пластинчастого теплообмінника

Вихідні дані:

Кількість гліцерину, яку потрібно нагріти,  $G = 1 \text{ т/добу} = 0,0114 \text{ кг/с}$

Початкова температура гліцерину, тп.г. =  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Кінцева температура гліцерину, тк.х.в. =  $70 \text{ }^\circ\text{C}$

Початкова температура гарячої води, тп.г.в. =  $90 \text{ }^\circ\text{C}$

Кінцева температура гарячої води, тк.г.в. =  $44 \text{ }^\circ\text{C}$

Швидкість руху гліцерину,  $w = 0,6 \text{ м/с}$

Апарат проектується на базі пластин ПР-0.5Е зі сталі Х18Н10Т з гофрами в «ялинку» із наступними даними:

Поверхня теплопередачі пластини,  $F_1 = 0,5 \text{ м}^2$

Еквівалентний діаметр міжпластинчастого простору,  $d_e = 0,008 \text{ м}$

Площа поперечного перерізу каналу,  $f_1 = 0,0018 \text{ м}^2$

Приведена довжина каналу,  $L_p = 1,15 \text{ м}$

Діаметр бокового отвору,  $D_u = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$

Товщина пластини,  $\delta_{ст} = 0,001 \text{ м}$

Коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки  $\lambda_{ст} = 17,5 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$

### Розрахунок

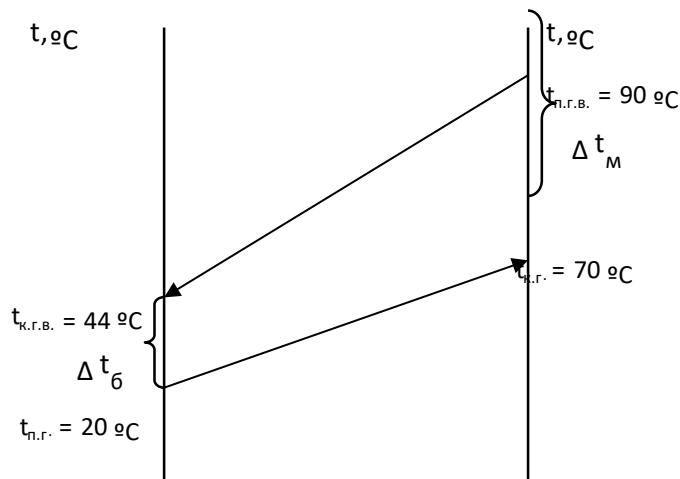
Тепловий розрахунок теплообмінника полягає у визначенні необхідної площі теплообміну, яку знаходять із рівняння теплопередачі [12].

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{\text{ср}}) [13].$$

### Визначення температурних умов

нагріву  $t_{\text{п.г.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{к.г.}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{п.г.в.}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{к.г.в.}} = 44 \text{ }^\circ\text{C}$

Схема 1.1



$$\Delta t_{\text{б}} = 44 - 20 = 24 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{м}} = 90 - 70 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{б}} \quad 24$$

$$\text{—} = \text{—} = 1,2$$

$$\Delta t_{\text{м}} \quad 20$$

Оскільки  $\Delta t_{\text{б}}/\Delta t_{\text{м}} = 1,2 < 2$ , то середню різницю температур розраховують за формулою:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} + \Delta t_{\text{м}}}{2} = \frac{24 + 20}{2} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

За середньою температурою гліцерину  $t_{\text{с.г.}} = \frac{20+70}{2} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$  знаходимо його теплофізичні характеристики:

густина  $\rho_{\text{г.}} = 1250 \text{ кг/м}^3$ ; коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu_{\text{г.}} = 330 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ;

теплоємність води  $c_{\Gamma} = 2450$  Дж/(кг·К); коефіцієнт

теплопровідності  $\lambda_{\Gamma} = 0.283$  Вт/(м·К); критерій Прандтля

$Pr_{\Gamma} = 2856,8$ .

За середньою температурою гарячої води  $t_{с.г.в.} = \frac{90+44}{2} = 67^{\circ}\text{C}$  знаходимо її теплофізичні характеристики: густина  $\rho_{\Gamma.в.} = 980$  кг/м<sup>3</sup>; коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu_{\Gamma.в.} = 423,3 \cdot 10^{-6}$  Па·с; теплоємність води  $c_{\Gamma.в.} = 4185$  Дж/(кг·К); коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_{\Gamma.в.} = 0,656$

Вт/(м·К); критерій Прандтля  $Pr_{\Gamma.в.} = 2,674$  [13].

### Визначення теплового навантаження апарата.

Теплове навантаження гліцерину, Вт:

$$Q = m_{\Gamma} \times c_{\Gamma} \times (t_{к.г} - t_{п.г.}) [13].$$

(2.13)

$$Q = 0,0114 \times 2450 \times (70 - 20) = 1396,5 \text{ Вт}$$

### Розрахунок витрат гріючої води

Масові витрати гарячої, кг/с:

$Q$

$$G_{\Gamma.в.} = \frac{Q}{c_{\Gamma.в.} \times (t_{п.г.в.} - t_{к.г.в.})}$$

(2.14)

1396,5

кг

$$G_{\Gamma.в.} = \frac{1396,5}{0,00711 \times 4185 \times (90 - 44)} =$$

$$0,00711 \times 4185 \times$$

Об'ємні витрати холодної води та гліцерину, м<sup>3</sup>/с:

$G_{\Gamma.в.}$

$$V_{\Gamma.в.} = \frac{G_{\Gamma.в.}}{\rho_{\Gamma.в.}} \quad (2.15)$$

$\rho_{\Gamma.в.}$

$G_{\Gamma}$

$$V_{\Gamma} = \frac{G_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma}} \quad (2.16)$$

$\rho_{\Gamma}$

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
	01.05.2025	ua	54/89

$$V_{\Gamma} = \frac{980}{0,0114} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

### Розрахунок коефіцієнту теплопередачі

Експериментальний коефіцієнт теплопередачі визначають за формулою [13].

$$K_c = F \cdot q_{\Delta t c} \quad (2.17)$$

$$K_c = \frac{1396,5 \text{ Вт}}{0,2 \times 22 \text{ м}} = 317,38 \text{ Вт} \times \text{К}$$

### 2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми

На основі результатів розрахунку матеріального та теплового балансів, опираючись на дані підбору технологічного обладнання та розрахунку відцентрового сепаратора, було розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва фосфатидного моностеарату гліцерину (рис.2.7). Труднощі використання стеаринової кислоти полягають в тому, що вона за агрегатним станом – порошкоподібна, і її необхідно розплавити для кращої взаємодії з гліцерином. Для цього стеаринову кислоту нагрівають в ємності до температури 90°C ( 70°C - температура плавлення), постійно перемішуючу. Після чого розплавлена кислота подається насосом 13 до пластинчастого теплообмінника 15 для нагрівання, після чого подається до струменевого змішувача. Етап підготовки гліцерина полягає в перемішуванні гліцерина, для запобігання грудкування , та кращої реакційної здатності. Після чого гліцерин подається насосом 14 до пластинчастого теплообмінника 16 для нагрівання, після чого подається до струменевого змішувача, для перемішування з стеариновою кислотою [6]. Із змішувача 21 суміш надходить в етерифікатор 20. Реакція естерифікації протікає при температурі 210...220°C та інтенсивному

перемішуванні до закінчення процесу, яке визначається за кислотним числом. Процес протікає в середовищі вуглекислого газу, азоту або під вакуумом.

Для видалення води, яка утворюється в процесі реакції, і тим самим для прискорення процесу, реакційна суміш із етерифікатора безперервно подається насосом 18 через підігрівач 17 у випарний апарат 24. З випарного апарата 24 суміш, стікаючи тонким шаром по тарілках або трубках, повертається в етерифікатор 20. Пара води, яка виділяється з тарілок випарного апарата 24, і частково захоплена нею пара гліцерину проходить через краплевловлювач 10, конденсується в холодильнику 1 і збирається у вакуум-збірник 6. Передбачається також можливість відключення випарного апарата. В такому випадку пара води і захоплена нею пара гліцерину поступають в краплевловлювач 10, звідки гліцерин стікає у вакуум-збірник 9, а пара води з невеликими домішками гліцерину конденсується в холодильнику і стікає в другий вакуумзбірник 7.

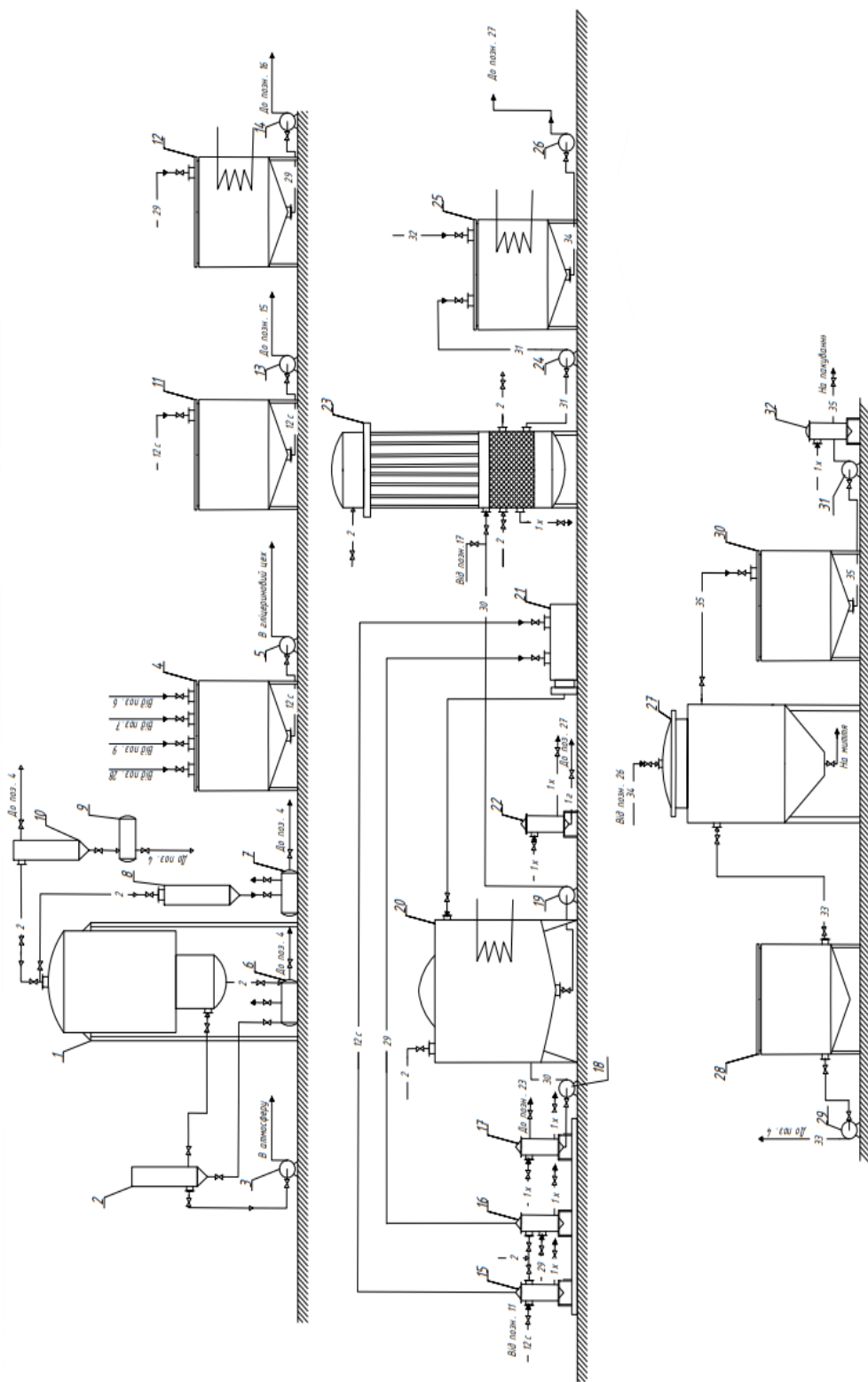
Після закінчення процесу естерифікації емульгатор подається насосом 19 в теплообмінник 22, де охолоджується до 90 – 95°C, а із нього – на тарілчастий відстійник безперервної дії 27 або на відцентровий сепаратор 25 для відділення непрореагованого гліцерину, який потім поступає в збірник 29 і далі повертається на виробництво [6].

Емульгатор зливається в збірник 31, після чого його подають до ємності 34 для змішування з фосфатидним концентратом.

В збірник 34 з сепарованим емульгатором подають фосфатидний концентрат із ємності 32. Суміш при температурі 80 – 90°C інтенсивно перемішують і подають на охолодження.

Після закінчення стадії додавання фосфатидного концентрату емульгатор подається насосом 35 в теплообмінник для охолодження до 30-40°C. Охолодження проводиться з метою зменшення високої температури до температури за якою можна буде подати на пакування.

Готовий емульгатор зливають в бочки по 25кг [6].



### РОЗДІЛ III. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вартість складових компонентів для виробництва 1 т моно- та дигліцеридів жирних кислот E471 наведені у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Сировина та основні матеріали для виробництва 1 т E471

Сировина та матеріали	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 т, кг	Ціна одиниці сировини, грн/кг	Сума, грн/т
Стеаринова кислота	кг	491,71	130	63922,3
Фосфатидний концентрат	кг	333,3	30	30000
Гліцерин	кг	174,99	50	8749,5
<b>Всього</b>		<b>1000</b>	<b>210</b>	<b>102671,8</b>

Отже, витрати на сировину та основні матеріали на 1 т E471 складають 102671,8 грн/т.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали становлять 5%:

$$102671,8 \cdot 0,05 = 5133,6 \text{ грн/т}$$

Тому, всього витрати становлять  $5133,6 + 102671,8 = 107805,4$  грн [14].

Емульгатор випускати будемо у пластикових бочках по 25 кг, тому на

1 т продукції припадає 40 одиниць готової продукції. Розрахуємо допоміжні та таро-пакувальні матеріали на виготовлення 1 т E471.

Таблиця 2.16 – Допоміжні та таро-пакувальні матеріали на виготовлення 1 т E471

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Очканова І.І. Документ затверджено Носенко Т.Т.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.031.КР.ПЗ			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
				01.05.2025	ua	58/89

Сировина та матеріали	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 т, кг	Ціна одиниці сировини, грн/кг	Сума, грн/т
Пластикова бочка з кришкою на 25 кг	шт	40	343,7	13748
Етикетка	шт	40	0,5	20
Миючі засоби для миття обладнання	кг	4	19	76
<b>Всього</b>				<b>13844</b>

Отже, витрати на допоміжні та таро-упакувальні матеріали складають 13844 грн/т. Транспортні витрати на ці матеріали приймаємо в розмірі 5%:

$$13844 \cdot 0,05 = 692,2 \text{ грн/т}$$

$$\text{Тож всього витрати становлять } 692,2 + 13844 = 14536,2 \text{ грн/т}$$

Витрати енергоресурсів для виробництва 1 т Е471 наведено у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Вартість енергоресурсів на виготовлення 1 т Е471

Сировина та матеріали	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 т	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн
Газ	м <sup>3</sup>	27,5	7,93	218,1
Електроенергія	кВт	105	4,32	453,6
Вода гаряча	м <sup>3</sup>	5,5	97,89	538,4
Вода охолоджена	м <sup>3</sup>	35	30,38	1063,3
<b>Всього</b>				<b>2273,4</b>

Енерговитрати становлять 2273,4 грн/т.

Розрахуємо річний обсяг виробництва Е471. Обладнання працюватиме в 1 зміну по 8 годин, за годину по технічним характеристикам устаткування виготовляється 1,0 т продукції [14].

Визначимо добову потужність виробництва емульгатору:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{Г}} \cdot T_{\text{змін}} \cdot K_{\text{змін}} = 0,125 \cdot 8 \cdot 1 = 1 \text{ т}$$

Фактичний добовий обсяг виробництва:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{доб}} \cdot K_{\text{вик}} = 1 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ т}$$

Тоді річний обсяг виробництва:

$$O = P_{\text{факт}} \cdot K_{\text{р.д.}} = 0,8 \cdot 365 = 292 \text{ т}$$

Розрахуємо заробітні плати працівників. Тривалість зміни 8 год. Кількість робочих днів 365, виробництво працює без вихідних. Посадові оклади для працівників 2-5 тарифних розрядів розраховують множенням ставки працівника 1-го тарифного розряду ( $3195 / 160 = 19,97$  грн/год) на відповідний тарифний коефіцієнт. Тарифний коефіцієнт працівника 4-го розряду складає 1,54, а 2-го – 1,17. Результати наведені у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Основна заробітна плата працівників

Професія	Кількість робітників у зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд ЗП, грн
Інженер - технолог	1	4	30,75	8	89790
Хімік - технолог	1	4	30,75	8	89790
Укладальник - пакувальник	3	2	23,37	8	68240,4
Підсобний робітник	1	2	23,37	8	68240,4
<b>Всього</b>	<b>6</b>	-	-	-	<b>316060,8</b>
<b>На 1 т продукції</b>					<b>144,32</b>

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

$$144,32 \cdot 2 = 288,64 \text{ грн/т}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо у розмірі 300% від основної заробітньої плати:

$$144,32 \cdot 3 = 432,96 \text{ грн/т}$$

Розраховуємо виробничу собівартість:

$$107805,4 + 14536,2 + 2273,4 + 144,32 + 288,64 + 432,96 = 125480,92 \text{ грн/т}$$

Сума адміністративних витрат становить 2,5% від виробничої собівартості:

$$125480,92 \cdot 0,025 = 3137 \text{ грн/т}$$

Витрати на збут становлять 3% від виробничої собівартості:

$$125480,92 \cdot 0,03 = 3764,42 \text{ грн/т}$$

Інші операційні витрати складають 1% від виробничої собівартості:

$$125480,92 \cdot 0,01 = 1254,81 \text{ грн/т}$$

Отже, повні витрати на виробництво емульгатора Е471 становлять:

$$125480,92 + 1254,81 + 3764,42 + 3137 = 133637,15 \text{ грн/т}$$

Таблиця 2.19 – Результати розрахунків по статтям калькуляції Е471

Статті калькуляції	Витрати на 1 т, грн
Сировина та основні матеріали	107805,4
Допоміжні та таро-упакувальні матеріали	14536,2
Енергоресурси	2273,4
Основна заробітня плата працівників	144,32
Експлуатація обладнання	288,64
Загальновиробничі витрати	432,96
Виробнича собівартість	125480,92
Адміністративні витрати	3137
Витрати на збут	3764,42
Інші операційні витрати	1254,81
Повні витрати	133637,15

Таблиця 2.20 – Відпускна ціна емульгатора Е471

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн/т	133637,15
Рентабельність, %	15
Прибуток, грн/т	20045,6
Відпускна ціна без ПДВ	153682,75
ПДВ, 20%	30736,55
Відпускна ціна без ПДВ, грн/т	184419,3

Оскільки 1 т емульгатору – це 40 одиниць по 25 кг готової продукції, то ціна за одну одиницю:

$$184419,3 / 40 = 4160,5 \text{ грн [14].}$$

## РОЗДІЛ IV. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### 4.1 Загальні положення про якість та безпеку продукції

Контроль якості продукції - встановлення відповідності продукції та процесів вимогам нормативно-технічної документації, зразкам- еталонам; інформація про перебіг виробничого процесу та підтримання його стабільності; захист підприємства від постачань недоброякісних матеріалів, енергоносіїв та ін.; виявлення дефектної продукції на ранніх етапах; запобігання випуску недоброякісної продукції.

Система контролю якості продукції - це сукупність методів і засобів контролю та регулювання компонентів зовнішнього середовища, які визначають рівень якості продукції на стадіях маркетингу, НДДКР та виробництва, а також технічного контролю на всіх стадіях виробничого процесу. Компонентами зовнішнього середовища системи контролю якості продукції на рівні підприємства є результати маркетингових досліджень, НДДКР, сировина, матеріали, комплектуючі вироби, параметри організаційно-технічного рівня виробництва та системи менеджменту [29].

### 4.2 Основні положення лабораторії

Якість та безпеку готової продукції на виробництві проводить виробничовипробувальна лабораторія (надалі ВВЛ), яка є самостійним підрозділом. У своїй діяльності ВВЛ керується: діючим законодавством, статутом підприємства, Положенням про ВВЛ, наказами, інструкціями та розпорядженнями вищого керівництва; державними нормативними документами, які поширюються на діяльність підприємства, стандартами підприємства, правилами та нормами охорони праці, техногенної безпеки, протипожежної безпеки, виробничої санітарії, правилами внутрішнього трудового розпорядку, діючими на підприємстві.

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва РОЗДІЛ IV	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.031.КР.ПЗ			
НУХТ	Документ затверджено Носенко Т.Т.	ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
				01.05.2025	ua	63/89

До лабораторії входять два підрозділи: фізико-хімічний та мікробіологічний. Фізико-хімічний підрозділ очолює заступник начальника ВВЛ, якому підпорядковані хімікі-аналітики (2 особи), провідний хімік-аналітик. Мікробіологічний підрозділ очолює начальник ВВЛ безпосередньо і має в підпорядкуванні мікробіологів (2 особи).

Начальник ВВЛ здійснює загальне керування персоналом фізико-хімічного та мікробіологічного підрозділів [15].

### 4.3 Основні функції лабораторії

До основних функцій лабораторії належать:

- Виконання процедур вхідного контролю матеріальних ресурсів (сировини, матеріалів), які надходять на підприємство, та підготовка висновків про їх відповідність виробничим вимогам і можливості їх використання у виробництві. Реєстрація результатів контролю.
- Виконання робіт з контролю якості готової продукції та її відповідності вимогам нормативних документів і вимогам споживачів. Реєстрація результатів контролю.
- Проведення періодичного контролю виробничого процесу, стану технологічного обладнання, санітарного стану виробництва та складських приміщень, умов виробництва та зберігання продукції. Реєстрація результатів контролю.
- Визначення номенклатури параметрів, що вимірюються та оптимальних норм точності вимірювань [15].
- Організація обліку та повірки засобів вимірювальної техніки ВВЛ.
- Контроль за правильністю зберігання в підрозділах підприємства та на складах матеріальних ресурсів і готової продукції. Реєстрація результатів контролю.

- Проведення приймального контролю партій готової продукції. Реєстрація результатів контролю. Ідентифікація прийнятої та забракованої продукції.
- Оформлення, у встановленому порядку, документації на прийняту та забраковану продукцію.
- Виявлення та аналіз причин невідповідності продукції вимогам нормативної документації, визначення можливості виправлення та усунення невідповідностей, проведення заходів по їх усуненню. Реєстрація результатів.
- Забезпечення вилучення з обігу невідповідної продукції.
- Оформлення результатів контролю, складання періодичної звітності про якість та безпечність продукції.
- Оформлення документів, які підтверджують якість та безпечність продукції.
- Участь в розробці та контроль наявності вимог щодо якості та безпечності продукції, комплекту супровідної документації в угодах (договорах) на закупівлю сировини та матеріалів і постачання готової продукції. Участь в оцінюванні постачальників.
- Узгодження договорів з постачальниками сировини та матеріалів, а також зі споживачами готової продукції, щодо вимог якості та безпечності продукції.
- Аналіз рекламаций, вивчення причин виробництва невідповідної продукції, участь в розробці та узгодження коригувальних і запобіжних заходів.
- Участь у двосторонньому обміні інформацією про якість та безпечність продукції зі споживачами.
- Участь у розробці пропозицій щодо покращення якості та безпечності готової продукції, а також щодо підвищення вимог щодо якості та безпечності сировини і матеріалів, які споживаються підприємством [15].
- Участь у проведенні внутрішніх аудитів інтегрованої системи менеджменту.
- Участь у розробці пропозицій щодо розвитку та вдосконалення інтегрованої системи менеджменту.

- Систематична перевірка стандартів, технічних умов та інших документів зі стандартизації, сертифікації та лабораторних випробувань, які застосовуються на підприємстві, з метою забезпечення відповідності їх показників сучасному рівню розвитку науки та техніки, вимогам внутрішнього ринку, експортним вимогам.
- Управління бібліотекою стандартів, зберігання контрольних екземплярів нормативних документів, своєчасне внесення змін у стандарти та вилучення скасованої документації [15].

#### **4.4 Контроль якості та безпечності продукції на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот**

На виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот якість та безпеку готової продукції на виробництві проводить виробничо-випробувальна лабораторія. Основні предмети дослідження лабораторії це вхідна сировина та готова продукція.

Показники якості та фізико хімічні показники гліцерину наведені у таблиці 2.1 та у таблиці 2.2.

Показники якості та фізико хімічні показники стеаринової кислоти наведені у розділі 2.1.

Показники якості та фізико хімічні показники фосфатидного концентрату наведені у таблиці 2.3.

*Показники якості та фізико хімічні показники моностеарату гліцерину*

- колір від кремового до світло-бежевого;
- колір Gardner 3,5 - 7,5;
- колір APHA 1050,0 - 2250,0;
- запах специфічний, слабкий;

- кислотне число, мг КОН/г, не більше 4;
- ефірне число, мг КОН/г 155 – 175;
- вміст летких речовин, %, не більше 2,0;
- розчинність не розчиняється у воді, розчинний в олії; - термін придатності (зберігання) 12 місяців [30].
- зберігати в сухому прохолодному місці (10-25 °С) в закритій упаковці [31].

## РОЗДІЛ V. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Екологічна безпека при виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот

Під час виробництва моно- і дигліциридів жирних кислот використовують гліцерин та стеаринову кислоту, які є безпечними та фосфатидний концентрат, залишки якого необхідно правильно утилізувати. Для утилізації залишків фосфатидного концентрату та побічних реагентів, які утворюються під час виробництва на підприємстві встановлюють спеціальні очисні споруди, куди зливаються всі небезпечні для навколишнього середовища реагенти та знищують їх, додаванням мікрофлорою-бактеріями.

Також слід зауважити, що йде викид у природу суміші газів, так як виробництво моно- і дигліциридів жирних кислот є хімічним. Поводження про охорону атмосферного повітря на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот наведені нижче.

#### 5.1.1 Заходи з охорони атмосферного повітря на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот

Згідно зі ст. 1 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» атмосферне повітря – це життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень; охорона атмосферного повітря – це система заходів, пов'язаних із збереженням, поліпшенням та відновленням стану атмосферного повітря, запобіганням та зниженням рівня його забруднення та впливу на нього хімічних сполук, фізичних та біологічних факторів [8].

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа Позначення документа	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Очканова І.І.	РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.031.КР.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 01.05.2025	Мова ua	Аркуш 68/89

У відповідності до ст. 10 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» підприємства, установи, організації та громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря та діяльність яких пов'язана з впливом фізичних та біологічних факторів на його стан, зобов'язані:

- здійснювати організаційно-господарські, технічні та інші заходи щодо забезпечення виконання вимог, передбачених стандартами та нормативами екологічної безпеки у галузі охорони атмосферного повітря, дозволами на викиди забруднюючих речовин тощо;
- вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зменшення впливу фізичних факторів;
- забезпечувати безперебійну ефективну роботу і підтримання у справному стані споруд, устаткування та апаратури для очищення викидів і зменшення рівнів впливу фізичних та біологічних факторів;
- здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями фізичного впливу та вести їх постійний облік [16];
- заздалегідь розробляти спеціальні заходи щодо охорони атмосферного повітря на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і вживати заходів для ліквідації причин, наслідків забруднення атмосферного повітря;
- забезпечувати здійснення інструментально-лабораторних вимірювань параметрів викидів забруднюючих речовин стаціонарних і пересувних джерел та ефективності роботи газоочисних установок [16];
- забезпечувати розроблення методик виконання вимірювань, що враховують специфічні умови викиду забруднюючих речовин;
- використовувати метрологічно атестовані методики виконання вимірювань і повірені засоби вимірювальної техніки для визначення

параметрів газопилового потоку і концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та викидах стаціонарних і пересувних джерел; здійснювати контроль за проектуванням, будівництвом і експлуатацією споруд, устаткування та апаратури для очищення газопилового потоку від забруднюючих речовин і зниження впливу фізичних та біологічних факторів, оснащення їх засобами вимірювальної техніки, необхідними для постійного контролю за ефективністю очищення, дотриманням нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин і рівнів впливу фізичних та біологічних факторів та інших вимог законодавства в галузі охорони атмосферного повітря;

- своєчасно і в повному обсязі сплачувати екологічний податок.

Виконання заходів щодо охорони атмосферного повітря не повинно призводити до забруднення ґрунтів, вод та інших природних об'єктів [17].

### **5.1.2 Заходи з охорони водних ресурсів на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот**

На виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот присутнє водопідведення та водовідведення, тому необхідним є навести правильне поводження с водними ресурсами.

Використання водних ресурсів України регламентується наступними нормативними актами:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», - Водний кодекс України

Водокористувачами в Україні можуть бути підприємства, установи, організації і громадяни України, а також іноземці та особи без громадянства, іноземні юридичні особи.

Водокористувачі можуть бути первинними і вторинними.

Первинні водокористувачі - це ті, що мають власні водозабірні споруди і відповідне обладнання для забору води.

Вторинні водокористувачі (абоненти) - це ті, що не мають власних водозабірних споруд і отримують воду з водозабірних споруд первинних водокористувачів та скидають стічні води в їхні системи на підставі договору про водопостачання (поставку води) та/або про водовідведення без отримання дозволу на спеціальне водокористування. Вторинні водокористувачі здійснюють скидання стічних вод у водні об'єкти на підставі дозволів на спеціальне водокористування. Забір та використання води із каналів, водогонів (водопроводів) міжбасейнового та внутрішньобасейнового перерозподілу водних ресурсів здійснюються на підставі дозволу на спеціальне водокористування та договору про водопостачання (поставку води), укладеного з підприємствами та організаціями, які забезпечують перекидання води у маловодні регіони. Перелік підприємств та організацій, які забезпечують перекидання води у маловодні регіони, затверджується Кабінетом Міністрів України. Основні права водокористувачів Водокористувачі мають право: о здійснювати загальне та спеціальне водокористування; о використовувати водні об'єкти на умовах оренди;

- вимагати від власника водного об'єкта або водопровідної системи підтримання належної якості води за умовами водокористування;
- споруджувати гідротехнічні та інші водогосподарські об'єкти, здійснювати їх реконструкцію і ремонт;
- передавати для використання воду іншим водокористувачам на визначених умовах;

- здійснювати й інші функції щодо водокористування в порядку, встановленому законодавством.

Права водокористувачів охороняються законом.

Порушені права водокористувачів підлягають поновленню в порядку, встановленому законодавством [21].

Обов'язки водокористувачів

Водокористувачі зобов'язані:

1) економно використовувати водні ресурси, дбати про їх відтворення і поліпшення якості вод;

2) використовувати воду (водні об'єкти) відповідно до цілей та умов їх надання;

3) дотримувати встановлених нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та встановлених лімітів забору води, лімітів використання води та лімітів скидання забруднюючих речовин, а також санітарних та інших вимог щодо впорядкування своєї території;

4) використовувати ефективні сучасні технічні засоби і технології для утримання своєї території в належному стані, а також здійснювати заходи щодо запобігання забрудненню водних об'єктів стічними (дощовими, сніговими) водами, що відводяться з неї;

5) не допускати порушення прав, наданих іншим водокористувачам, а також заподіяння шкоди господарським об'єктам та об'єктам навколишнього природного середовища;

6) утримувати в належному стані зони санітарної охорони джерел питного та господарсько-побутового водопостачання, прибережні захисні смуги, смуги відведення, берегові смуги водних шляхів, очисні та інші водогосподарські споруди та технічні пристрої;

7) здійснювати засобами вимірювальної техніки, у тому числі автоматизованими, облік забору та використання вод, контроль за якістю і

кількістю скинутих у водні об'єкти зворотних вод і забруднюючих речовин та за якістю води водних об'єктів у контрольних створах, а також подавати відповідним органам звіти в порядку, визначеному цим Кодексом та іншими законодавчими актами;

8) здійснювати погоджені у встановленому порядку технологічні, лісомеліоративні, агротехнічні, гідротехнічні, санітарні та інші заходи щодо охорони вод від вичерпання, поліпшення їх стану, а також припинення скидання забруднених стічних вод;

9) здійснювати спеціальне водокористування лише за наявності дозволу;

безперешкодно допускати на свої об'єкти державних інспекторів центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів, а також громадських інспекторів з охорони довкілля, які здійснюють перевірку додержання вимог водного законодавства, і надавати їм безоплатно необхідну інформацію;

11) своєчасно сплачувати збори за спеціальне водокористування та інші збори відповідно до законодавства;

12) своєчасно інформувати центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів, центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування про виникнення аварійних забруднень [22];

13) здійснювати невідкладні роботи, пов'язані з ліквідацією наслідків аварій, які можуть спричинити погіршення якості води, та надавати необхідні

технічні засоби для ліквідації аварій на об'єктах інших водокористувачів у порядку, встановленому законодавством;

14) виконувати інші обов'язки щодо використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів згідно з законодавством [22].

У разі маловоддя, загрози виникнення епідемій та епізоотій, а також в інших передбачених законодавством випадках права водокористувачів можуть бути обмежені або змінені умови водокористування з метою забезпечення охорони здоров'я людей та в інших державних інтересах. При цьому пріоритетність надається використанню вод для питних і побутових потреб населення.

Законодавством України може бути встановлено відповідальність і за інші правопорушення щодо використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів.

Підприємства, установи, організації і громадяни України, а також іноземці та особи без громадянства, іноземні юридичні особи зобов'язані відшкодувати збитки, завдані ними внаслідок порушень водного законодавства, в розмірах і порядку, встановлених законодавством України.

Відшкодування збитків, завданих внаслідок порушень водного законодавства, не звільняє винних від збору за спеціальне водокористування, а також від необхідності здійснення заходів щодо ліквідації шкідливих наслідків.

Притягнення винних у порушенні водного законодавства до відповідальності не звільняє їх від обов'язку відшкодування збитків, завданих ними внаслідок порушення водного законодавства [22].

### **5.1.3 Основні засади поводження з відходами на виробництві моно- і дигліцеридів жирних кислот**

Відходами на виробництві моно- і дигліцеридів жирних кислот є будьякі речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого

використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення. Основними завданнями законодавства про відходи є:

- а) визначення основних принципів державної політики у сфері поводження з відходами;
- б) правове регулювання відносин щодо діяльності у сфері поводження з відходами;
- в) визначення основних умов, вимог і правил щодо екологічно безпечного поводження з відходами, а також системи заходів, пов'язаних з організаційно-економічним стимулюванням ресурсозбереження;
- г) забезпечення мінімального утворення відходів, розширення їх використання у господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку [23].

Законодавством України можуть передбачатися й інші спеціальні заходи щодо обмеження та запобігання негативному впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

Зберігання та видалення відходів здійснюються відповідно до вимог екологічної безпеки та способами, що забезпечують максимальне використання відходів чи передачу їх іншим споживачам (за винятком захоронення).

На кожне місце чи об'єкт зберігання або видалення відходів складається спеціальний паспорт, в якому зазначаються найменування та код відходів (згідно з державним класифікатором відходів), їх кількісний та якісний склад, походження, а також технічні характеристики місць чи об'єктів зберігання чи видалення і відомості про методи контролю та безпечної експлуатації цих місць чи об'єктів.

Видалення відходів здійснюється відповідно до встановлених законодавством вимог екологічної безпеки з обов'язковим забезпеченням можливості утилізації чи захоронення залишкових продуктів за погодженням з центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення [23].

Зберігання та видалення відходів здійснюються в місцях, визначених органами місцевого самоврядування з врахуванням вимог земельного та природоохоронного законодавства, за наявності дозволу на здійснення операцій у сфері поводження з відходами, в якому визначені види та кількість відходів, загальні технічні вимоги, заходи безпеки, відомості щодо утворення, призначення, методів оброблення відходів відповідно до встановлених умов їх зберігання.

Визначені для зберігання та видалення відходів місця чи об'єкти повинні використовуватися лише для відходів, заявлених на одержання дозволу на здійснення операцій у сфері поводження з відходами.

Забороняється змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія.

Забороняється несанкціоноване скидання і розміщення відходів, у тому числі побутових, у підземних горизонтах, на території міст та інших населених пунктів, на територіях природно-заповідного фонду, на землях природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення, в межах водоохоронних зон та зон санітарної охорони водних об'єктів, в інших місцях, що може створювати небезпеку для

навколишнього природного середовища та здоров'я людини. Захоронення відходів у надрах допускається у виняткових випадках за результатами спеціальних досліджень з дотриманням стандартів, норм і правил, передбачених законодавством України.

Усі небезпечні відходи за ступенем їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та на життя і здоров'я людини поділяються на чотири класи і підлягають обліку.

Відповідний клас відходів визначається виробником відходів відповідно до нормативно-правових актів, що затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення, за погодженням із центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Суб'єкт господарської діяльності, у власності або у користуванні якого є хоча б один об'єкт поводження з небезпечними відходами, зобов'язаний:

- забезпечити запобігання забрудненню ними навколишнього природного середовища, а у разі виникнення такого забруднення - ліквідувати забруднення та його наслідки для навколишнього природного середовища та здоров'я людини;
- вживати заходів, направлених на запобігання аваріям, обмеження і ліквідацію їх наслідків та захист людей і навколишнього природного середовища від їх впливу;
- повідомляти про аварію, що сталася на зазначеному об'єкті, і про заходи, вжиті для ліквідації її наслідків, органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування та населення;

- забезпечувати експлуатацію зазначених об'єктів і перевезення небезпечних відходів з додержанням вимог природоохоронного законодавства [23].

#### **5.1.4 Правила пожежної безпеки на виробництві моно- і дигліциридів жирних**

##### **кислот**

1. Ці Правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки до будівель, споруд різного призначення та прилеглих до них територій, іншого нерухомого майна, обладнання, устаткування, що експлуатуються, будівельних майданчиків, а також під час проведення робіт з будівництва, реконструкції, реставрації, капітального ремонту, технічного переоснащення будівель та споруд (далі - об'єкт).

Вимоги цих Правил не поширюються на підземні споруди промислового призначення; метрополітени (крім об'єктів комерційного, торговельного та соціально-побутового призначення); тунелі; об'єкти виробництва, зберігання та утилізації вибухових і радіоактивних речовин й засобів підривань; морські та річкові споруди, що знаходяться на плаву; нафто-, газо-, продуктопроводи; лісові масиви [24].

2. Ці Правила є обов'язковими для виконання суб'єктами господарювання, органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування (далі - підприємства), громадянами України, іноземцями та особами без громадянства, які перебувають в Україні на законних підставах.

3. Центральні органи виконавчої влади з урахуванням специфічних умов та особливостей щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів, віднесених до їх сфери управління, за необхідності видають галузеві правила пожежної безпеки, які не повинні суперечити цим Правилам та знижувати їх вимоги. Проекти галузевих правил

пожежної безпеки погоджуються ДСНС України у порядку, визначеному законодавством.

4. Пожежна безпека повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежам, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для успішного гасіння пожеж.

5. Особи, відповідальні за забезпечення пожежної безпеки на підприємствах та об'єктах, їх права та обов'язки визначаються відповідно до законодавства.

6. У разі передачі в оренду цілісного майнового комплексу або окремих його частин, приміщень, інших об'єктів за домовленістю сторін цивільно-правового договору визначаються права та обов'язки орендаря та орендодавця щодо забезпечення пожежної безпеки та відповідальності за порушення вимог пожежної безпеки на об'єкті оренди.

7. Застосування аварійно-рятувальної, протипожежної та спеціальної техніки і обладнання для запобігання пожежам та їх гасіння, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій можливе лише за наявності сертифіката відповідності.

Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, визначається законодавством [24].

### **5.1.5 Шум і мікроклімат як екологічні фактори**

Шум як професійний фактор спостерігається у промисловості, на транспорті, у сільському господарстві тощо. З кожним роком збільшується кількість професій, пов'язаних із шумом, а зростаюча спеціалізація праці веде до збільшення тривалості його впливу на людину.

Отже, експлуатація різноманітних машин і механізмів у різних галузях промисловості супроводжується виробничим шумом, що різниться інтенсивністю і спектральним складом.

Вплив шуму на організм людини часто посилюється й іншими виробничими факторами: вібрацією, інфра- і ультразвуком, несприятливим мікрокліматом, токсичними речовинами, випромінюванням тощо. На сучасному виробництві шум часто є причиною зниження рівня працездатності, підвищення рівня загальної і професійної захворюваності, частоти виробничих травм [32].

Захист від шуму на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами. Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму: понижуючі шум у джерелі виникнення (найбільше ефективно); понижуючі шум на шляхах його поширення. По способу реалізації:

Акустичні - ґрунтуються на акустичному вимірі помешкання і за принципом дії підбираються засоби звукоізоляції, звукопоглинання, віброізоляція, демпфірування, застосування глушників шуму.

Будівельно-акустичні методи застосовують: екрани, звукоізоляцію, кабінки спостереження, дистанційне керування, кожухи, ущільнення і т. д. Найбільше ефективні звукоізолюючі матеріали: трипласт (композиційний матеріал); пластобетони з наповненням з опилок деревини, соломи і т. д. Звуковбирні матеріали: мармур, бетон, граніт, цеглина, ДВП, ДСП, войлок, мінераловата, матеріали з щільною перфорацією.

Архітектурно-планувальні: раціональне розміщення робочих місць; раціональний режим праці і відпочинку. Організаційно-технічні.

Активна форма захисту - генерація шуму в протифазі до джерела. Засоби індивідуально захисту: навушники, вушні вкладки, шлемофони, каски [33].

### **5.1.6 Вібрація та способи боротьбою з нею**

Переміщення точки або механічної системи при якому відбувається почергове зростання й убубання в часу значень хоча б однієї координати.

Причиною порушення вібрації на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот є виникаючі при роботі машин неурівноважені силові впливи: ударні навантаження; зворотно-поступальні переміщення; дисбаланс.

Причиною дисбалансу є: неоднорідність матеріалу; розбіжність центрів мас і осей обертання; деформація.

У автоматичних виробництвах способом боротьби є дистанційне керування (виключає контакт) [34].

- У неавтоматичних виробництвах: зниження вібрації в джерелах їхніх виникнень: підвищення точності опрацювання деталей; оптимізація технологічного процесу; поліпшення балансування.
- відстройка від режимів резонансу (збільшення жорсткості системи); вибродемпфірування (пружинні віброізолятори).
- поліпшення організації праці вібронебезпечних процесів: загальна кількість часу в контакті з віброобладнанням не повинно перевищувати зміни; одноразову дію не повинно перевищувати для локальної - 20 хвилин, для загальної - 40 хвилин.
- до лікувально-профілактичних мір відносяться: масаж; заходи, що загально укріплюють; гідропроцедури. Вібрація має властивість кумуляції (накалювання в організмі) [34].

## **5.2 Охорона праці на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот**

Збереження життя і здоров'я працівників є найважливішим напрямом державної політики у галузі охорони праці. Проблеми забезпечення безпеки людини набувають особливої гостроти у виробничому середовищі, в якому здійснюється трудова діяльність людини і відбувається формування різних небезпечних і шкідливих факторів. Сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, що впливають на працездатність і здоров'я працівника, складає умови праці. Для сучасного виробництва характерні швидка зміна технологій, оновлення обладнання, впровадження нових процесів і матеріалів, які недостатньо вивчені з точки зору негативних наслідків їх застосування [35].

Виробництво моно- і дигліцеридів жирних кислот не є винятком.

### 5.2.1 Організація і управління охороною праці

Організована система управління охороною праці на виробництві моно- і дигліцеридів жирних кислот Е471 регулює взаємовідносини між структурними підрозділами підприємства, стосунки роботодавця з найнятими робітниками.

Управління охороною праці — це чітка взаємодія усіх структур виробництва, спрямована на дотримання нормативних вимог по охороні праці і виконання посадових обов'язків по забезпеченню безпеки виробничих процесів.

Важливу роль в ефективності системи управління охороною праці відіграє підбір і розставляння кадрів. Необхідно створити службу охорони праці, призначити посадових осіб, які забезпечуватимуть вирішення конкретних питань охорони праці на підприємстві.

Для здійснення навчання та перевірки знань з питань охорони праці на виробництві моно- і дигліцеридів жирних кислот створюється постійно діюча комісія.

Особливу увагу необхідно приділити службі охорони праці підприємства проведенню вступного інструктажу з питань охорони праці. Начальникам цехів, керівникам структурних підрозділів забезпечити проведення всіх необхідних інструктажів, організувати навчання безпечним методам і прийомам виконання робіт, наданню першої допомоги потерпілим.

Інструктаж з охорони праці та організація стажування переслідує мету надати працівникам необхідний обсяг знань, умінь і навичок по правильному і безпечному виконанню робіт на дорученій ділянці перед допуском до самостійної роботи.

Проведення інструктажів на робочих місцях, щоденний контроль начальниками цехів, відповідальними особами технічних служб, службою охорони праці по безпечному виконанню технологічних операцій, виконання інструкцій по охороні праці, застосування засобів індивідуального захисту дають позитивні результати по профілактиці виробничого травматизму [35].

## 5.2.2 Методи профілактики травматизму та профзахворювань

Проведення інструктажів на робочих місцях, щоденний контроль начальниками цехів, відповідальними особами технічних служб, службою охорони праці по безпечному виконанню технологічних операцій, виконання інструкцій по охороні праці, застосування засобів індивідуального захисту дають позитивні результати по профілактиці виробничого травматизму.

Важливою вимогою в забезпеченні безпеки на виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот є проведення професійного відбору, де передбачається оцінка професійної придатності працівників до відповідних професій і спеціальностей. Обов'язкові попередній (при прийомі на роботу) і періодичні (впродовж трудової діяльності) медичні огляди проводяться для працівників, зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими або небезпечними умовами праці або роботах, що вимагають професійного відбору, і щорічно для осіб у віці до 21 року.

Періодичні медичні огляди працівників підприємства проводяться згідно зі списками, по професіях і виконуваних роботах.

На виробництві моно- і дигліциридів жирних кислот потрібно дотримуватися графіків проходження медичних оглядів — це є одним із основних вимог профілактики виробничих захворювань і дотримання санітарних норм в харчовій промисловості.

Дотримання санітарних норм робочої зони на підприємстві є важливим чинником по профілактиці травматизму і профзахворювань. На підприємстві регулярно потрібно здійснювати контроль стану виробничої зони. Необхідно проводити інструментально-лабораторні дослідження умов праці на конкретних робочих місцях з визначенням шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу [35].

## ВИСНОВКИ

За основною технологічною функцією харчова добавка є емульгатором. Є неіоногенною поверхнево-активною речовиною. Е471 є стабілізуючими агентами, використовуваними для підтримки і поліпшення в'язкості і консистенції харчових продуктів, а також в якості емульгатора, для змішування незмішуваних компонентів продуктів, таких як жир і вода

1. На підставі проведеного аналітичного огляду та вивчення науково-технічної літератури встановлено, що гліцерин та стеаринова кислота є перспективною сировиною для отримання моно- і дигліцеридів жирних кислот, а додавання фосфатидного концентрату до моно- і дигліцеридів жирних кислот дозволить отримати харчову добавку з досить широкими технологічними властивостями.

2. Розроблено принципову технологічну схему виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот. Проведено розрахунок матеріального балансу.

3. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва моно- і дигліцеридів жирних кислот з фосфатидним концентратом.

4. Розраховано техніко-економічну ефективність удосконалення технології виробництва моно- і дигліциридів жирних кислот та показано, що рентабельність такого виробництва складає 15%, а прибуток – 20045,6 грн на 1000 кг вихідної сировини.

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа -----	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва  <b>ВИСНОВКИ</b>	ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.008.КР.ПЗ			
	Документ затверджено Носенко Т.Т.		Інд. змін.	Дата видання 01.05.2025	Мова ua	Аркуш 84/89

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харчова добавка Е 471: безпечно для здоров'я [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vkusologia.ru/dobavki/stabilizatoryemulgatory/e471.html>.
2. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості.
3. Навчальний посібник. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836с.
4. Дробот В.І. Харчові добавки : Курс лекцій для студ. спец. «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» . ден. та заоч. форм навч. - К.:
5. НУХТ, 2013. -79 с.
6. Мурликіна Н.В. ст. викл. Регулювання параметрів переестерифікації соняшникової олії з метою одержання емульгаторів для м'ясних виробів емульсійної структури / Н.В. Мурликіна, ст. викл., М.О. Янчева, канд. техн. наук, проф., О.І. Упатова, канд. техн. наук, доц. // УДК
7. 519.8:637.521.473(083.12). – 2012. – С. 34–42.
8. Производство и рынок глицерина в мире и СНГ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.chemmarket.info/ru/home/article/2618/>.
9. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологія харчових поверхнево-активних речовин» для студентів V курсу напряму підготовки 6.051701 – харчові технології та інженерія спеціальності 8.05170102 – технологія жирів та жирозамінників. / Укл.: Т.Г.Філінська, О.В.Черваков, А.О.Філінська – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2015. – 44 с.

Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ	Технічне узгодження Романова О.О.	Вид документа	Статус документа			
Власник документа	Розробник документа Очканова І.І.	Назва, додаткова назва СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		ННІХТ.ХТ-4-14.025.161.008.КР.ПЗ		
НУХТ	Документ затверджено Носенко Т.Т.	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш	
			01.05.2025	ua	85/89	

10. ГОСТ 6824— 54 «Глицерин». // Издательство комитета стандартов, мер и измерительных приборов при совете министров СССР. – 1967. – С. 511.
11. Стеаринова кислота (стеарин, октадеканова кислота) [Електронний ресурс]–
12. Режим доступу до ресурсу:  
[http://www.plasma.com.ua/ua/chemistry/chemistry/stearic\\_acid.htm](http://www.plasma.com.ua/ua/chemistry/chemistry/stearic_acid.htm)
13. Фосфатидные концентраты [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://oliyar.com.ua/ru/edible-oil-extraction-plant/products/phosphatideconcentrate/>.
14. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології для студентів напряму підготовки 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навчання [Електронний ресурс] / уклад. О.Г.
15. Макаренко, І.В. Житнецький - К.: НУХТ, 2015. - 21 с.
16. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування:
17. Навч. посіб./ За ред. проф. І.Ф.Малежика.- К.:НУХТ,2012.-543.
18. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум:Навч. посіб. /За ред. Проф. І.Ф. Малежика.- К.: НУХТ, 2016.- 246с.
19. Процеси та апарати хімічної технології: навч. посібник з курсового проектування / А.І. Дубинін, Р.І. Гаврилів, І.О. Гузьова; за ред. А.І. Дубиніна. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 360 с.
20. European Food Emulsifier Manufacturers’ Association. EFEMA index of food emulsifier / European Food Emulsifier Manufacturers’ Association. – Brussels, 2015.

21. Положення про виробничо-випробувальну лабораторію // IN FOOD. – 2018.
22. ДСП-201-97 «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)».
23. Закон України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурса «Про охорону атмосферного повітря» <https://zakon.rada.gov.ua/go/2707-12>.
24. Закон України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурса: «Про охорону навколишнього природного середовища» [zakon.rada.gov.ua/go/1264-12](https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12)
25. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України 12.2008 N 639 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурса «Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09>
26. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища
27. України 27.06.2006 N 309 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0912-06>.
28. Постанова Кабінету Міністрів України; Форма типового документа, Договір від 29.05.2013 № 420 «Про затвердження Типового договору оренди водних об'єктів»
29. Постанова Кабінету Міністрів України; Порядок від 12.07.2005 № 557 «Про затвердження Порядку видачі дозволів на проведення робіт на землях водного фонду».

30. Постанова Кабінету Міністрів України; Порядок від 13.03.2002 № 321 «Про затвердження Порядку видачі дозволів на спеціальне водокористування та внесення змін »
31. Методичні вказівки до викон. економ. частини диплом. проекту для студ. спец. 0917 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» денної та заочної форм навчання 7.091702, 8.091702
32. ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія» усіх форм навчання / Уклад.: Т.Л. Мостенська, М.П.Сичевський , Т.В. Рибачук-Ярова, І.А.Бойко — К.:НУХТ, 2007 — 29 с.
33. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов»
34. Підбір устаткування, інвентарю цехів та розрахунок їх площ [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://studopedia.info/10-1843.html>.
35. Сепаратор Г9-ОСП [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <http://babanskiy.com.ua/catalog/tovar/syeparatory/syeparator-g9-osp>.
36. Контроль якості продукції [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://buklib.net/books/36017/>.
37. ТУ 9154-010-00333865-2000 изд.№2, изм.№1 «Моностеарат глицерина»
38. ГОСТ 9069-73 «Масла эфирные, вещества душистые и полупродукты их синтеза, косметическое сырье. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение»
39. Дідковський В.С. Шум і вібрація: підручник. Київ: Вища школа, 1995. 263 с.

40. Шум в поліграфії: способи та засоби захисту. [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/bjd/25853/>.
41. Винокурова Л.Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. В49 Основи охорони праці:
42. Підручн. для проф.-техн. навч. закладів. — 2-ге вид., допов., перероб. — К. :
43. Вікторія, 2001. - 192 с.
44. Закон України «Про охорону праці» // Міністерство охорони здоров'я України, 2008, № 345-VI.
45. Akoh Casimir C. Food lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology / Casimir C. Akoh, David B. Min. – Taylor & Francis Group. LLC, 2008. Pp. 700, 726–728
46. Демидов И. Н. Получение поверхностно-активных веществ методом переэтерификации этиловых эфиров молочной кислоты с подсолнечным маслом / И. Н. Демидов, О. В. Белоус // Вестник Национального технического университета «ХПИ» : сб. науч. тр. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. – № 44. – С. 42–48.
47. Подобій О.В. Хімія та технологія харчових добавок [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія», денної та заочної форм навчання / О.В.Подобій. – К.: НУХТ, 2019. – 131с
48. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання /уклад.: О.Г Макаренко, О.В Подобій, Т.М. Бойчук та ін. – К.: НУХТ, 2020. – 66 с.